



TUGAS AKHIR - SS141501

**PEMODELAN TINGKAT KONSUMSI IKAN
DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN
REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE***

**DIAS SETYA PRAYOGO
NRP 062116 4500 0040**

**Dosen Pembimbing
Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si., M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR - SS141501

**PEMODELAN TINGKAT KONSUMSI IKAN
DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN
REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE***

**DIAS SETYA PRAYOGO
NRP 062116 4500 0040**

**Dosen Pembimbing
Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si., M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



FINAL PROJECT - SS141501

**THE MODELLING OF FISH CONSUMPTION
LEVEL IN EAST JAVA USING SPLINE
NONPARAMETRIC REGRESSION APPROACH**

**DIAS SETYA PRAYOGO
SN 062116 4500 0040**

Supervisors

**Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si., M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN TINGKAT KONSUMSI IKAN DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dias Setya Prayogo

NRP. 062116 4500 0040

Disetujui oleh Pembimbing:

Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
NIP. 19560424 198303 2 001



Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si., M.Si (
NIP. 1300201405001



SURABAYA, JULI 2018

PEMODELAN TINGKAT KONSUMSI IKAN DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE*

Nama Mahasiswa : Dias Setya Prayogo
NRP : 06211645000040
Departemen : Statistika-FMKSD-ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Pratnya Paramitha Oktaviana,
S.Si., M.Si

Abstrak

Indonesia merupakan negara maritim yang terbagi atas pulau-pulau dan merupakan perairan yang cukup luas. Potensi yang cukup luas terdapat di laut Indonesia, terdapat banyak spesies ikan, khususnya ikan yang dapat dikonsumsi. Sektor perikanan memiliki peluang yang cukup besar untuk dapat berkembang. Namun, penduduk Indonesia memiliki tingkat konsumsi ikan yang masih rendah, tingkat konsumsi ikan di Indonesia baru mencapai 41 kilogram per kapita per tahun. Mengutip data Kementrian Kelautan dan Perikanan (KKP) pertumbuhan konsumsi ikan tahun 2010–2014, Provinsi dengan pertumbuhan terbesar (pertumbuhan diatas 10%) antara lain, Provinsi DI Yogyakarta 22,28%, Provinsi Nusa Tenggara Barat 14,78%, Provinsi Jawa Tengah 12,31%, Provinsi DKI Jakarta 11,46%, dan Provinsi Jawa Timur 10,12%. Dalam kaitannya dengan tingkat konsumsi ikan yang masih rendah untuk Indonesia khususnya di daerah Jawa Timur, maka ingin diketahui apa faktor–faktor yang berkaitan dengan tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur masih rendah. Pada penelitian ini digunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline untuk melihat pemodelan tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur. Pemodelan dengan menggunakan pendekatan regresi nonparametrik spline digunakan karena pola data antara tingkat konsumsi ikan dan faktor–faktor yang diduga berpengaruh adalah tidak membentuk pola tertentu. Model yang terbentuk dari regresi nonparametrik spline dilakukan dengan menggunakan titik knot yang optimal, titik knot diguna-

kan karena pada Kabupaten/Kota di Jawa Timur mempunyai karakteristik dan sifat yang berbeda-beda setiap wilayah, kemungkinan dari plot yang menyebar terdapat perubahan pola data, perubahan tersebut dikarenakan dari perbedaan setiap wilayah dari masing-masing variabel prediktor. Data yang digunakan adalah data tingkat konsumsi ikan sebagai variabel respon, dan variabel prediktor antara lain produksi perikanan tangkap, produksi perikanan budidaya, pengeluaran perkapita, rata-rata lama sekolah dan presentase penduduk miskin. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa seluruh variabel prediktor berpengaruh signifikan dan semua asumsi telah terpenuhi. Model regresi nonparametrik spline terbaik adalah spline dengan kombinasi titik knot. Model ini memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 85,61%.

Kata Kunci : Kementrian Kelautan dan Perikanan, Koefisien Determinasi, Provinsi Jawa Timur, Regresi Non-parametrik Spline, Tingkat Konsumsi Ikan

THE MODELLING OF FISH CONSUMPTION LEVEL IN EAST JAVA USING SPLINE NONPARAMETRIC REGRESSION APPROACH

Students Name : Dias Setya Prayogo
Student Number : 06211645000040
Departement : Statistics
Supervisors : Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S
Pratnya Paramitha Oktaviana,
S.Si., M.Si

Abstract

Indonesia is a maritime nation that is divided into archipelago and bordered by seas. Due to such prosperous feature, Indonesia possesses a great marine potential from having abundant species of fish, especially the consumable ones. The fishery sector has a high opportunity to grow. However, most of Indonesian population has a low level of fish consumption. In fact, the fish consumption rate in Indonesia reaches only 41 kilograms per capita per year. Citing the data from the Ministry of Marine Affairs and Fisheries (KKP) on the growth of fish consumption in 2010-2014, it was revealed that there were several provinces with the largest growth rate (growth above 10%) namely, Yogyakarta 22.28%, West Nusa Tenggara 14.78%, Central Java 12.31%, DKI Jakarta 11.46%, and East Java 10.12%. In regards to the low fish consumption level in Indonesia, the current study attempted to know the factors of such phenomenon especially in East Java. The current study employed Spline Nonparametric Regression approach to investigate the fish consumption level modeling in East Java. Modeling using Spline Nonparametric Regression approach was used since the data pattern between the fish consumption level and the possible factors did not form a certain pattern. The model formed from Spline Nonparametric Regression was conducted by using an optimal knot point. The knot point was used due to the different characteristics of each region in East Java which might result in a possibility of having a change in

the data pattern from having a spreading plot. The pattern change occurred due to the difference of each region from each predictor variable. The data in the current study were fish consumption level as a response variable, and other predictor variables such as capture fishery production, aquaculture production, per capita expenditure, average length of school year and percentage of poor settlement. The results of this study showed that all predictor variables had a significant effect and all assumptions had been met. The best Spline Nonparametric Regression model was a Spline with a combination of knot points. This model had a coefficient determination value of 85.61%.

Keywords: *Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Determination Coefficient, East Java Province, Spline Nonparametric Regression, Fish Consumption Level*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat, karunia, taufik, dan hidayah-Nya yang tidak pernah berhenti sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemodelan Tingkat Konsumsi Ikan di Jawa Timur Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline”**.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S dan Ibu Pratnya Paramitha Oktaviana, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Dra. Kartika Fithriasari, M.Si dan Ibu Irhamah, M.Si, Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan banyak saran dan masukan, serta nasehat dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika FMKSD ITS yang telah memberikan banyak fasilitas yang menunjang kelancaran penyelesaian Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Sutikno, M.Si selaku Koordinator Program Studi S1 atas ketelatenannya dalam memberikan bantuan dan informasi yang diberikan selama ini.
5. Ibu Diaz Fitra Aksioma S.Si., M.Si selaku dosen wali yang selalu memberikan pengarahan dan motivasi selama perkuliahan penulis.
6. Seluruh civitas akademika Departemen Statistika FMKSD ITS yang telah membantu dalam melancarkan Tugas Akhir ini.

7. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, dan dukungan terbesar dalam hidup penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Lintas Jalur angkatan 2016 yang telah mene-
mani perjuangan selama dua tahun ini dan atas segala ban-
tuan serta kerjasamanya sehingga memberikan kelancaran
bagi penulis dalam menyelesaikan studi di Departemen
Statistika ITS.
9. Teman-teman dekat yang telah banyak memberikan duku-
ngan, semangat, serta keceriaan sehingga penulis dapat
menikmati segala proses di Departemen Statistika ITS
dengan lancar dan sukses.
10. Semua pihak yang telah turut serta dalam membantu dan
mendukung terselesainya Tugas Akhir ini yang tidak dapat
penulis sebutkan satu persatu.

Dengan berakhirnya pengerjaan laporan Tugas Akhir ini, penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat kepada penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya. Penulis menyadari dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, peneliti mengharap adanya perbaikan dalam penulisan laporan di masa mendatang.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Multikolinieritas.....	7
2.3 Model Regresi	8
2.3.1 Regresi Parametrik	9
2.3.2 Regresi Nonparametrik.....	10
2.4 Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	11
2.5 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	12
2.6 Pengujian Parameter Model	12
2.7 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Residual	15
2.8 Tingkat Konsumsi Ikan	17
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	19
3.2 Variabel Penelitian	19
3.3 Langkah Analisis.....	21

3.4	Diagram Alir	22
-----	--------------------	----

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik Tingkat Konsumsi Ikan dan Faktor yang Diduga Mempengaruhinya di Jawa Timur	25
4.2	Pemodelan Tingkat Konsumsi Ikan Menggunakan Regresi Linier	28
4.2.1	Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Parametrik	28
4.2.2	Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Residual	30
4.2.3	Koefisien Determinasi	32
4.3	Pemodelan Tingkat Konsumsi Ikan Menggunakan Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	33
4.3.1	<i>Scatterplot</i> antara Tingkat Konsumsi Ikan dan Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhi	33
4.3.2	Pemilihan Titik Knot Optimal	35
4.3.3	Pemilihan Model Terbaik	39
4.3.4	Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	40
4.3.5	Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Residual	42
4.3.6	Koefisien Determinasi	44
4.3.7	Interpretasi Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	45

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA	57
-----------------------------	----

LAMPIRAN	59
-----------------------	----

BIODATA PENULIS	77
------------------------------	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 ANOVA Model Regresi	13
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	19
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian.....	21
Tabel 4.1 Karakteristik Tingkat Konsumsi Ikan dan Faktor Yang Diduga Mempengaruhi.....	25
Tabel 4.2 Tabel ANOVA Model Regresi Parametrik.....	29
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial	30
Tabel 4.4 ANOVA Uji <i>Glejser</i>	31
Tabel 4.5 Nilai GCV dengan Satu Titik Knot.....	36
Tabel 4.6 Nilai GCV dengan Dua Titik Knot	37
Tabel 4.7 Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot	38
Tabel 4.8 Nilai GCV dengan Kombinasi Knot.....	39
Tabel 4.9 GCV Minimum dan Banyak Parameter Masing- Masing Knot	40
Tabel 4.10 Tabel ANOVA Model Regresi Nonparametrik <i>Spline</i>	41
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial	42
Tabel 4.12 ANOVA Uji <i>Glejser</i>	42

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....23
Gambar 4.1	Diagram Batang Tingkat Konsumsi Ikan Tiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur .....27
Gambar 4.2	Plot ACF Residual .....31
Gambar 4.3	<i>Probability Plot</i> dengan <i>Kolmogorov Smirnov</i> ..32
Gambar 4.4	<i>Scatterplot</i> Antara Variabel Y dengan Masing- masing Variabel X .....34
Gambar 4.5	Plot ACF Residual Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> .....43
Gambar 4.6	<i>Probability Plot</i> dengan <i>Kolmogorov Smirnov</i> Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> .....44
Gambar 4.7	Visualisasi Peta Variabel Produksi Perikanan Tangkap .....45
Gambar 4.8	Visualisasi Peta Variabel Produksi Perikanan Budidaya.....47
Gambar 4.9	Visualisasi Peta Variabel Pengeluaran Per Kapita .....49
Gambar 4.10	Visualisasi Peta Variabel Rata-rata Lama Sekolah .....50
Gambar 4.11	Visualisasi Peta Variabel Presentase Penduduk Miskin .....52

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Penelitian.....	59
Lampiran 2. Program Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> Satu Dua, dan Tiga Knot dan Uji Parameter Menggunakan <i>Software R</i>	60
Lampiran 3. Program Regresi Nonparametrik <i>Spline</i> Dengan Kombinasi Titik Knot.....	68

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim yang terbagi atas pulau – pulau dan sebagian wilayahnya merupakan perairan yang cukup luas. Terdiri dari 13.000 pulau besar dan kecil merupakan negara yang kaya dan sangat melimpah akan sumber daya alam terutama sumber daya perairan. Potensi yang cukup luas terdapat di laut Indonesia, terdapat banyak spesies ikan, khususnya ikan yang dapat dikonsumsi. Sektor perikanan memiliki peluang yang cukup besar untuk dapat berkembang. Indonesia seharusnya dapat memanfaatkan kekayaan alamnya secara maksimal, termasuk banyak jenis ikan baik untuk dikonsumsi penduduk Indonesia dan tentunya dapat memenuhi kebutuhan protein penduduk Indonesia. Namun, penduduk Indonesia memiliki tingkat konsumsi ikan yang masih dikategorikan masih rendah, tingkat konsumsi ikan di Indonesia baru mencapai 41 kilogram per kapita per tahun. Dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya di 37–38 kg per kapita per tahun, di kawasan Asia Tenggara Indonesia, masih rendah di bandingkan Singapura mencapai 80 kg per kapita per tahun dan Malaysia mencapai 70 kg per kapita per tahun, apalagi dibandingkan dengan negara Jepang konsumsi ikan mencapai 100 kg perkapita per tahun. Rendahnya konsumsi ikan per kapita penduduk di Indonesia berbanding terbalik dengan wilayah yang kaya akan sumber protein hewani ini. Mengutip data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) pertumbuhan konsumsi ikan tahun 2010-2014, Provinsi dengan pertumbuhan terbesar (pertumbuhan diatas 10%) antara lain, Provinsi DI Yogyakarta 22, 28%, Provinsi Nusa Tenggara Barat 14,78%, Provinsi Jawa Tengah 12,31%, Provinsi DKI Jakarta 11,46%, dan Provinsi Jawa Timur 10,12%.

Konsumsi makanan merupakan salah satu faktor yang secara langsung berpengaruh terhadap status gizi seseorang, ke-

luarga dan masyarakat. Rendahnya konsumsi pangan atau kurang seimbangnya masukan zat-zat gizi dari makanan yang dikonsumsi mengakibatkan terlambatnya pertumbuhan organ dan jaringan tubuh, terjadinya penyakit dan atau lemahnya daya tahan tubuh terhadap serangan penyakit serta menurunnya kemampuan kerja. Hal ini tentunya akan mempengaruhi kualitas sumber daya manusia di masa yang akan datang. Pada umur balita protein sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tubuh dan perkembangan otak. Salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan akan sumber protein hewani adalah ikan. Kandungan protein ikan tidak kalah dengan kandungan protein yang berasal dari daging atau telur. Selain itu ikan adalah salah satu sumber protein hewani yang harganya lebih murah dibandingkan dengan sumber protein hewani lainnya seperti daging sapi dan ayam. Dengan demikian sangat beralasan bila kita mendukung program pemerintah gerakan makan ikan.

Dalam kaitannya dengan tingkat konsumsi ikan yang masih rendah untuk Indonesia khususnya di daerah Jawa Timur, maka salah satu hal yang dapat dilakukan adalah apa faktor-faktor yang berkaitan dengan tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur masih rendah. Sehingga pada penelitian kali ini akan digunakan salah satunya adalah menggunakan pendekatan regresi. Tiga pendekatan untuk menganalisis kurva regresi yaitu parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik. Pada umumnya, regresi yang digunakan adalah pendekatan parametrik dimana hubungan variabel respon dan variabel prediktor memiliki pola hubungan yang jelas. Sayangnya tidak semua kasus memiliki pola hubungan yang jelas antara variabel respon dan variabel prediktornya sehingga pendekatan parametrik tidak dapat digunakan. Sebagai gantinya, dapat dilakukan pendekatan semiparametrik dan atau nonparametrik. Regresi dengan pendekatan nonparametrik merupakan metode yang dapat digunakan apabila pola data yang terbentuk tak diketahui bentuk kurva regresinya atau tidak terdapat informasi masa lalu yang lengkap tentang bentuk pola data (Eubank, 1999). Selain itu,

regresi nonparametrik merupakan regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Eubank, 1999). Dalam melakukan analisis regresi terhadap data dengan pola hubungan nonparametrik, salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Spline*. Bentuk fungsi pada model Regresi Nonparametrik Spline tidak diketahui dan hanya diasumsi *smooth* yang berarti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu. Model yang terbentuk dari regresi nonparametrik spline dilakukan dengan menggunakan titik knot yang optimal, titik knot digunakan karena pada Kabupaten/Kota di Jawa Timur mempunyai karakteristik dan sifat yang berbeda-beda setiap wilayah, kemungkinan dari plot yang menyebar terdapat perubahan pola data, perubahan tersebut dikarenakan dari perbedaan setiap wilayah dari masing-masing variabel prediktor. (Tupen & Budiantara, 2011).

Penelitian terkait Tingkat Konsumsi Ikan telah dilakukan oleh Yuli Hartati (2006) mengenai Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Konsumsi Ikan dan Status Gizi Anak 1–2 Tahun di Kecamatan Gandus Kota Palembang Tahun 2005, dengan hasil faktor-faktor yang berhubungan dengan konsumsi ikan anak 1-2 tahun adalah prefensi anak terhadap ikan, sedangkan status sosial ekonomi keluarga dan pendidikan ibu tidak berhubungan dengan konsumsi ikan. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Nurjanah dkk (2015) mengenai Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Ikan Pada Wanita Dewasa di Indonesia, dengan hasil status ekonomi mempengaruhi konsumsi ikan, dengan status ekonomi menengah hingga tinggi berpeluang 1,11 kali mengkonsumsi ikan lebih tinggi dibandingkan status ekonomi rendah. Penelitian menggunakan metode serupa pernah dilakukan oleh beberapa peneliti di bidang lain yaitu Arfan & Budiantara (2014), Wulandari & Budiantara (2014), Bintariningrum & Budiantara (2014), dan Pratiwi dan Budiantara (2015). Sedangkan penelitian Tingkat Konsumsi Ikan menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline* sampai saat ini belum pernah dilakukan. Berdasarkan uraian tersebut penu-

lis akan melakukan penelitian dengan judul Pemodelan Tingkat Konsumsi Ikan di Jawa Timur Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline. Adapun luaran yang diharapkan adalah diketahuinya faktor-faktor yang mempengaruhi Tingkat Konsumsi Ikan Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Tingkat Konsumsi Ikan di Indonesia masih cukup rendah, hal ini dibuktikan dengan rata-rata konsumsi masyarakat terhadap ikan sebesar 41 kilogram per kapita per tahun. Pada tahun 2010-2014, provinsi dengan pertumbuhan terbesar (pertumbuhan diatas 10%) antara lain Provinsi DI Yogyakarta 22,28%, Nusa Tenggara Barat 14,78%, Jawa Tengah 12,31%, DKI Jakarta 11,46%, dan Jawa Timur 10,12%. Berdasarkan data tersebut perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan konsumsi ikan di Provinsi Jawa Timur yaitu dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya sehingga dalam penelitian ini dilakukan pemodelan di Provinsi Jawa Timur menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline.

1.3 Tujuan

Berdasarkan Rumusan Masalah yang telah diuraikan, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, sebagai berikut.

1. Mendiskripsikan Tingkat Konsumsi Ikan Jawa Timur beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya.
2. Memodelkan Tingkat Konsumsi Ikan Jawa Timur dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan melalui penelitian ini adalah mendapatkan pemodelan terbaik dari Tingkat Konsumsi Ikan berdasarkan faktor-faktor pembentuknya dengan menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline. Sehingga dapat digunakan oleh instansi pemerintah terkait khususnya Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur sebagai pertimbangan dalam penyusunan kebijakan guna untuk me-

tingkatkan Tingkat Konsumsi Ikan di Jawa Timur serta dapat menunjang ketercapaian rencana strategis bidang konsumsi ikan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut.

1. Model yang digunakan adalah model Regresi Nonparametrik Spline linier.
2. Banyak titik knot yang digunakan adalah satu, dua, tiga, dan kombinasi knot.
3. Pemilihan titik knot optimal menggunakan metode GCV (*Generalized Cross Validation*).
4. Penelitian ini dilakukan pada 38 Kabupaten atau Kota di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan data tahun 2016.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskriptif hanya memberikan informasi mengenai data yang dimiliki dan dapat menarik kesimpulan secara deduktif. Statistika deskriptif dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data. Ukuran pemusatan data yang sering digunakan adalah rata-rata, median dan modus. Median adalah pengamatan yang berada tepat di tengah-tengah bila banyaknya pengamatan adalah ganjil atau rata-rata kedua pengamatan yang berada di tengah bila jumlah pengamatan adalah genap pada data yang telah diurutkan dari yang terbesar sampai terkecil atau sebaliknya. Modus adalah nilai yang terjadi paling sering atau yang mempunyai frekuensi yang paling tinggi. Untuk ukuran penyebaran data yang paling sering digunakan adalah keragaman dan range. Keragaman merupakan nilai yang menunjukkan variansi dari data. Range adalah selisih antara pengamatan terbesar dan terkecil dari sekumpulan data (Walpole, 1995). Pada penelitian ini, Statistika Deskriptif yang digunakan adalah *Scatterplot* atau diagram pencar. Diagram pencar digunakan untuk menjelaskan hubungan antara dua variabel (Nasution, 2005). Hubungan antara dua variabel yang berbentuk garis lurus disebut dengan hubungan linier. Apabila plot cenderung ke atas maka data memiliki hubungan yang positif, sebaliknya plot cenderung ke bawah menggambarkan hubungan yang negatif. Jika plot menyebar secara acak tanpa condong ke arah tertentu, maka data tidak memiliki hubungan yang linier.

2.2 Multikolinieritas

Adanya korelasi antara variabel prediktor dalam model regresi linear atau yang biasa disebut dengan multikolinearitas, akan menyebabkan error yang besar pada pendugaan parameter

regresi. Untuk itu perlu dilakukan uji multikolinearitas yang menurut (Hocking, 1996) dapat diketahui melalui nilai koefisien korelasi Pearson (r_{ij}) antar variabel prediktor yang lebih besar dari 0,95. Selain itu adanya kasus multikolinearitas dapat juga diketahui melalui *Variance Inflation Factors* (VIF) yang bernilai lebih besar dari 10, dengan nilai VIF yang dinyatakan sebagai berikut.

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2} \quad (2.1)$$

dengan R_i^2 adalah koefisien determinasi antara x_i dengan variabel prediktor lainnya. Jika terdapat kasus multikolinearitas maka untuk mengatasinya menggunakan *Principal Component Regression* (PCR), yaitu dengan membentuk komponen-komponen utama sebagai variabel prediktor baru yang merupakan kombinasi linier dari variabel-variabel prediktor sebelumnya.

2.3 Model Regresi

Analisis regresi adalah suatu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Tujuan utama dalam analisis regresi adalah bagaimana mencari estimasi untuk bentuk kurva regresi (Eubank, 1999). Secara umum terdapat tiga model pendekatan regresi, yaitu model regresi parametrik, model regresi semiparametrik, model regresi nonparametrik. Dalam regresi parametrik bentuk dari kurva regresi diasumsikan diketahui. Untuk menggunakan pendekatan regresi parametrik diperlukan pengetahuan dari masa lalu tentang karakteristik data yang akan diselidiki. Berbeda dengan pendekatan regresi nonparametrik, dalam regresi nonparametrik bentuk kurva regresi diasumsikan tidak diketahui. Kurva regresi nonparametrik mengasumsikan kurva regresi *smooth* (mulus) dalam arti termuat didalam suatu ruang fungsi tertentu. Bentuk estimasi dari data

tidak dipengaruhi faktor subyektifitas dari peneliti. Regresi semiparametrik digunakan jika dalam model regresi terdapat komponen parametrik dan nonparametrik (Budiantara, 2011).

2.3.1 Regresi Parametrik

Regresi parametrik adalah suatu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui adanya pola hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon dengan asumsi bentuk kurva regresi diketahui. Misal diberikan data

$$(x_i, y_i), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Dapat dibentuk model sebagai berikut.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

dengan :

y_i : respon ke $-i$

$f(x_i)$: kurva regresi

ε_i : *error* yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi normal

Model regresi parametrik pada Persamaan 2.2 mengasumsikan bahwa bentuk f diketahui. Bentuk paling dasar dari regresi parametrik adalah regresi linier. Model regresi linier multivariabel dengan p variabel prediktor ditunjukkan

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2.3)$$

dengan y_i adalah variabel respon, sedangkan $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ adalah parameter, $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$ adalah variabel prediktor, dan ε_i adalah *error* yang identik, independen dan berdistribusi normal (Eubank, 1999). Berdasarkan Persamaan 2.3, secara umum bentuk regresi parametrik linier dapat ditulis dengan matriks

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \hat{\varepsilon} \quad (2.4)$$

Metode yang bisa digunakan dalam mengestimasi parameter adalah *Ordinary Least Square* (OLS). Estimator diperoleh dari meminimumkan *sum of square* residual

$$\hat{e}^T \hat{e} = (\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})^T (\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}).$$

Selanjutnya $\hat{e}^T \hat{e}$ diturunkan terhadap $\hat{\boldsymbol{\beta}}$, diperoleh estimator $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y}$ maka estimator $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ mempunyai variansi terkecil, dimana $\text{var}(\hat{\boldsymbol{\beta}})$ diberikan oleh

$$\begin{aligned} \text{var}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) &= \text{var}\left((\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{Y}\right) \\ &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \text{var}(\mathbf{Y}) \left((\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{Y}\right)' \quad (2.5) \\ &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \sigma^2 \mathbf{X} (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \\ &= \sigma^2 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \end{aligned}$$

(Eubank, 1999).

2.3.2 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik adalah suatu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui adanya pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk fungsinya, sehingga regresi nonparametrik merupakan teknik yang dapat digunakan untuk mengatasi kesulitan dalam regresi parametrik dimana bentuk fungsi dari kurva regresi f harus diketahui. Kurva regresi dalam regresi nonparametrik diasumsikan *smooth* (mulus) yang berarti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu, sehingga regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi. Jika terdapat data berpasangan (x_i, y_i) dan hubungan antara x_i dengan y_i diasumsikan mengikuti model regresi nonparametrik, maka diperoleh model $y_i = f(x_i) + \varepsilon_i$, $i = 1, 2, \dots, n$ dengan $f(x_i)$ yang bentuknya tidak diketahui (Eubank, 1999).

2.4 Regresi Nonparametrik *Spline*

Salah satu model regresi nonparametrik yang memiliki interpretasi statistik dan visual yang sangat khusus dan sangat baik adalah *spline*. *Spline* merupakan potongan polinomial yang mempunyai sifat tersegmen, sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan diri secara efektif terhadap karakteristik lokal dari fungsi atau data. Selain itu, *spline* memiliki kemampuan sangat baik untuk menangani data yang perilakunya berubah-ubah pada sub-sub interval tertentu serta memiliki kemampuan yang sangat baik untuk digeneralisasikan pada pemodelan statistika yang kompleks dan rumit. Regresi Nonparametrik *Spline* yang terdiri dari variabel respon dan satu variabel prediktor disebut Regresi Nonparametrik *Spline* univariabel, sedangkan jika terdapat satu variabel respon dengan lebih dari satu variabel prediktor, maka itu dinamakan regresi nonparametrik *spline* multivariat (Budiantara, 2011).

Misalkan terdapat data berpasangan $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}, y_i)$ dan hubungan antar kedua data tersebut mengikuti model regresi nonparametrik

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

dengan y_i merupakan variabel respon dan f merupakan kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya. Jika kurva regresi f di dekati dengan fungsi *spline*, maka diperoleh model regresi

$$y_i = \sum_{j=1}^k f(x_{ji}) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

dengan

$$f(x_{ji}) = \sum_{q=0}^l \beta_{qj} x_{ji}^q + \sum_{g=1}^m \beta_{(l+g)j} (x_{ji} - t_{gj})_+^l \quad (2.6)$$

$$\text{dengan } (x_{ji} - t_{gj})_+^l = \begin{cases} (x_{ji} - t_{gj})^l, & x_{ji} \geq t_{gj} \\ 0, & x_{ji} < t_{gj} \end{cases}$$

$t_{11}, t_{12}, \dots, t_{gj}$ merupakan titik-titik knot yang memperlihatkan pola perubahan perilaku pada fungsi pada sub-sub interval yang

berbeda. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana fungsi tersebut berubah polanya pada sub-sub interval yang berlainan. Kegunaan titik knot adalah untuk mengetahui kemungkinan terdapat titik belok pada pola data yang menyebar. l pada Persamaan 2.6 adalah derajat polinomial. Kurva polinomial dengan derajat satu disebut kurva linier, sedangkan jika derajat dua disebut kurva kuadratik serta jika derajat tiga disebut kurva kubik (Eubank, 1999).

2.5 Pemilihan Titik Knot Optimal

Pemilihan titik knot optimal pada Regresi Nonparametrik Spline sangatlah penting. Spline yang terbaik adalah spline memiliki titik knot optimal. Salah satu metode untuk menentukan titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Model spline terbaik memiliki knot optimal diperoleh dari nilai GCV yang minimum. Persamaan 2.7 menunjukkan fungsi GCV (Eubank, 1999).

$$GCV(t_1, t_2, \dots, t_j) = \frac{MSE(t_1, t_2, \dots, t_j)}{\left(n^{-1} \text{trace} \left[I - A(t_1, t_2, \dots, t_j) \right] \right)^2}, \quad (2.7)$$

dengan

$$MSE(t_1, t_2, \dots, t_j) = n^{-1} \sum_{i=1}^n \left(y_i - \hat{f}(x_i) \right)^2 \quad (2.8)$$

dimana $t = (t_1, t_2, \dots, t_j)$ merupakan titik knot pada masing-masing variabel prediktor sedangkan matrik $A(t_1, t_2, \dots, t_j)$ diperoleh dari persamaan $\hat{y} = A(t_1, t_2, \dots, t_j)y$ (Eubank, 1999).

2.6 Pengujian Parameter Model

Pengujian parameter model dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat variabel yang memberikan pengaruh signifikan terhadap model dan untuk menentukan variabel-variabel prediktor mana saja yang memberikan pengaruh signifikan ter-

hadap variabel respon. Pengujian parameter model terdiri dari pengujian secara serentak dan pengujian secara individu. Berikut ini akan dijelaskan secara rinci masing-masing pengujian parameter model.

a. Uji Serentak

Uji serentak dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter model regresi secara bersama-sama seluruh variabel respon. Diberikan model regresi spline seperti pada persamaan 2.4. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \dots = \beta_{(l+m)k} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_{hj} \neq 0, h = 1, 2, \dots, (l+m), \\ j = 1, 2, \dots, k$$

Dengan statistik uji dalam pengujian serentak menggunakan uji F

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.9)$$

pengujian parameter model secara serentak dapat disajikan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) yang disajikan dalam Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 ANOVA Model Regresi

Sumber Variasi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	F_{hitung}
Regresi	$k(l+m)$	$SSR = \mathbf{b}^T \mathbf{X}^T \mathbf{y} - n\bar{y}^2$	$MSR = \frac{SSR}{k(l+m)}$	$F = \frac{MSR}{MSE}$
Residual	$n - k(l+m) - 1$	$SSE = \mathbf{y}^T \mathbf{y} - \mathbf{b}^T \mathbf{X}^T \mathbf{y}$	$MSE = \frac{SSE}{n - k(l+m) - 1}$	
Total	$n - 1$	$SST = \mathbf{y}^T \mathbf{y} - n\bar{y}^2$		

dimana n menunjukkan banyaknya observasi. Daerah penolakan untuk pengujian parameter secara serentak adalah tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{\alpha; k(l+m); n-k(l+m)-1}$ yang berarti minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Salah satu kriteria yang digunakan untuk

mengukur kebaikan dari model adalah menggunakan R^2 dan $R^2\text{-Adj}$ (Draper & Smith, 1992).

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

$$R^2 - Adj = 1 - \frac{MSE}{MST} \quad (2.9)$$

ket :

SSR : *Sum Square Regression*

SST : *Sum Square Total*

MSE : *Mean Square Error*

MST : *Mean Square Total*

b. Uji Individu

Pengujian parameter secara individu dilakukan apabila pada pengujian parameter model secara serentak didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu parameter dari β yang signifikan terhadap model. Pengujian individu menggunakan uji t dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{hj} = 0$$

$$H_1 : \beta_{hj} \neq 0, \quad h = 1, 2, \dots, (l+m), \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Dengan statistik uji dalam pengujian individu menggunakan uji t

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_{hj}}{s.e(\hat{\beta}_{hj})} \quad (2.10)$$

dengan $s.e(\hat{\beta}_{hj})$ merupakan nilai *standard error* dari $\hat{\beta}_{hj}$.

Daerah penolakan dalah jika $|t_{hitung}| > t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-k(l+m)-1\right)}$ dengan n

menunjukkan banyaknya observasi dalam pengamatan, dengan $s.e(\hat{\beta}_{kj}) = \sqrt{\text{var}(b_{kj})}$ dimana $\text{var}(b_{kj}) = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} MSE$ (Draper & Smith, 1992).

2.7 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Residual

Pengujian asumsi residual pada model regresi dilakukan untuk mengetahui apakah residual dari hasil pemodelan telah memenuhi tiga asumsi, yaitu residual identik, residual independen, dan residual berdistribusi normal.

a. Pengujian Asumsi Residual Identik

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam model regresi adalah varians dari masing-masing residual \hat{e}_i memiliki nilai yang konstan atau sama dengan σ^2 . Asumsi identik terpenuhi jika varians respon sama dengan varians residual yaitu sama dengan σ^2 . Hal tersebut merupakan asumsi heteroskedastisitas (varians sama) atau disebut dengan identik (Gujarati & Porter, 2008). Dari persamaan 2.12 dapat diketahui didalam var ($\hat{\beta}$) terdapat persamaan berikut.

$$\begin{aligned}\text{var}(\hat{\mathbf{e}}) &= \text{var}(\mathbf{X}\hat{\beta} + \hat{\mathbf{u}}) \\ &= \text{var}(\mathbf{X}\hat{\beta}) + \text{var}(\hat{\mathbf{u}}) \\ &= \sigma^2 \mathbf{I}\end{aligned}\quad (2.11)$$

Apabila asumsi identik tidak terpenuhi maka akan menyebabkan estimasi parameter tetap tidak bias, konsisten tetapi tidak efisien karena varians tidak minimum. Salah satu metode yang dilakukan untuk mengetahui apakah residual memenuhi asumsi identik atau tidak adalah dengan melakukan uji *Glejser* dengan persamaan berikut ini.

$$|\hat{e}_i| = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p + u_i \quad (2.12)$$

Hipotesis dengan pengujian uji *Glejser* adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_j \neq 0 ; j=1,2,\dots,p$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (|\hat{e}_i| - |\bar{e}|^2) \right] / p}{\left[\sum_{i=1}^n (|\hat{e}_i| - |\bar{e}_i|^2) \right] / (n-p-1)} \quad (2.13)$$

pengambilan keputusan dari uji *Glejser* adalah tolak H_0 , jika nilai $F_{hitung} > F_{\alpha(p,n-p-1)}$ yang mengindikasikan adanya kondisi heteroskedastisitas.

b. Pemeriksaan Asumsi Residual Independen

Pemeriksaan asumsi residual independen, pemeriksaan ini diharuskan memenuhi syarat yaitu tidak adanya autokorelasi pada residual atau residual bersifat saling independen yaitu ditunjukkan oleh nilai kovarian antar \hat{e}_i dan \hat{e}_j adalah sama dengan nol. Ada atau tidaknya autokorelasi pada residual dapat dideteksi dengan plot ACF.

$$\hat{\rho}_k = \frac{\text{cov}(\hat{e}_t, \hat{e}_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(\hat{e}_t)}\sqrt{\text{var}(\hat{e}_{t+k})}} = \frac{\hat{\gamma}_k}{\gamma_0} \quad (2.14)$$

dimana

$\hat{\rho}_k$ = korelasi antara \hat{e}_t dan \hat{e}_{t+k}

$\hat{\gamma}_k$ = kovarian antara \hat{e}_t dan \hat{e}_{t+k}

$\hat{\gamma}_0 = \text{var}(\hat{e}_t) = \text{var}(\hat{e}_{t+k})$

Batas atas dan batas bawah interval untuk autokorelasi $\hat{\rho}_k$ diberikan pada persamaan 2.14.

$$\begin{aligned} \text{Batas atas} &= t_{\left(1-\frac{\alpha}{2}, n-1\right)} \cdot s.e.(\hat{\rho}_k) \\ \text{Batas bawah} &= t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-1\right)} \cdot s.e.(\hat{\rho}_k) \end{aligned} \quad (2.15)$$

dengan $s.e.$ adalah standar error $s.e.(\hat{\rho}_k) = \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{k=0}^{k-1} (\hat{\rho}_k)^2}{n}}$. Ada-

nya autokorelasi dapat diketahui jika terdapat autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi, sehingga asumsi independen tidak terpenuhi jika tidak terdapat autokorelasi yang keluar dari batas signifikan (Wei, 2006).

c. Pengujian Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Pengujian asumsi distribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah berdistribusi normal atau tidak. Secara visual pengujian asumsi distribusi normal dapat dilakukan dengan menggunakan *normal probability plot residual*. Residual berdistribusi normal apabila plot cenderung mengikuti garis lurus 45° . Cara lain dapat dilakukan dengan melakukan uji *Kolmogorov Smirnov* dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : F_0(x) = F(x)$ (Residual data berdistribusi normal)

$H_1 : F_0(x) \neq F(x)$ (Residual data tidak berdistribusi normal)

statistik uji *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan formula

$$D = \max |F_0(x) - S_N(x)| \quad (2.16)$$

daerah penolakan pada pengujian *Kolmogorov-Smirnov* adalah jika nilai $|D| > q_{(1-\alpha)}$ atau $P_{value} \leq \alpha$ maka H_0 ditolak atau residual data tidak mengikuti distribusi normal (Daniel, 1989).

2.8 Tingkat Konsumsi Ikan

Angka konsumsi ikan merupakan tingkat konsumsi masyarakat Indonesia terhadap komoditas ikan yang di konsumsi dalam satuan kg/kap/tahun. Dalam melakukan analisis angka konsumsi ikan selalu disandingkan dengan data penyediaan ikan konsumsi pada periode waktu tertentu. Secara ideal, penyediaan konsumsi ikan harus selalu lebih besar dibandingkan dengan capaian angka konsumsi ikan dengan selisih yang tidak terlalu lebar serta mempunyai *trend* yang selalu naik dari tahun ke tahun

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Penelitian ini akan menggunakan data sekunder dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur yang meliputi data Tingkat Konsumsi Ikan, produksi perikanan tangkap, dan produksi perikanan budidaya. Data Pengeluaran Per Kapita, Rata-rata Lama Sekolah dan Presentase Penduduk Miskin diperoleh dari data publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) dengan unit observasi sebanyak 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur tahun 2016

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu variabel dependen dan variabel independen dengan unit penelitian 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur tahun 2016. Berikut merupakan variabel yang akan digunakan.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Satuan	Skala
Y	Tingkat Konsumsi Ikan	Kg/kap/tahun	Rasio
X ₁	Produksi Perikanan Tangkap	Ton	Rasio
X ₂	Produksi Perikanan Budidaya	Ton	Rasio
X ₃	Pengeluaran Per Kapita	Rupiah	Rasio
X ₄	Rata-rata Lama Sekolah	Rata-rata	Rasio
X ₅	Persentase Penduduk Miskin	Persentase	Rasio
Wilayah :			
X ₆	1.Memiliki Pantai 0.Tidak Memiliki Pantai		Nominal

Definisi operasional dari masing-masing variabel dijelaskan sebagai berikut.

1. Variabel Y adalah Tingkat Konsumsi Ikan merupakan Angka konsumsi ikan merupakan tingkat konsumsi masyarakat Indonesia terhadap komoditas ikan yang dikonversi dalam satu kg/kap/tahun.

2. Variabel X_1 adalah produksi perikanan tangkap yaitu produksi ikan mencangkup semua hasil penangkapan dari sumber perikanan alami. Produk yang dicatat tidak hanya yang dijual saja tetapi termasuk juga yang dikonsumsi oleh rumah tangga atau yang diberikan kepada nelayan.
3. Variabel X_2 adalah produksi perikanan budidaya yaitu produksi ikan mencangkup semua hasil budidaya ikan dari sumber tempat pemeliharaan baik yang diusahakan oleh perusahaan perikanan maupun rumah tangga perikanan.
4. Variabel X_3 adalah pengeluaran per kapita yaitu biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi semua anggota rumah tangga selama sebulan baik yang berasal dari pembelian, pemberian maupun produksi sendiri dibagi dengan banyaknya anggota rumah tangga tersebut.
5. Variabel X_4 adalah Rata-rata lama sekolah yaitu menggambarkan jumlah tahun yang digunakan oleh penduduk usia 15 tahun keatas dalam menjalani pendidikan formal.
6. Variabel X_5 adalah tingkat pengangguran terbuka yaitu terdiri atas mereka yang tidak mempunyai pekerjaan dan mencari pekerjaan, tidak mempunyai pekerjaan dan mempersiapkan usaha, tidak mempunyai pekerjaan dan tidak mencari pekerjaan, karena merasa tidak mungkin mendapatkan pekerjaan dan yang sudah bekerja, tetapi belum mulai bekerja
7. Variable X_6 adalah wilayah (memiliki pantai dan tidak) yaitu kabupaten/kota di Jawa Timur yang memiliki bentuk geografis yang memiliki atau tidak memiliki wilayah batas laut.

Kemudian struktur data dari variabel respon dan variabel

prediktor yang digunakan dalam penelitian ini secara terperinci disajikan dalam Tabel 3.2 berikut

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Kabupaten /Kota	Y	X_I	.....	X_6
1	Y_1	$X_{1(1)}$	.....	$X_{6(1)}$
2	Y_2	$X_{1(2)}$	.....	$X_{6(2)}$
3	Y_3	$X_{1(3)}$	.....	$X_{6(3)}$
4	Y_4	$X_{1(4)}$	.....	$X_{6(4)}$
5	Y_5	$X_{1(5)}$	.....	$X_{6(5)}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
38	Y_{38}	$X_{1(38)}$	.....	$X_{6(38)}$

3.3 Langkah Analisis Data

Langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua tahap, tahap pertama yaitu pengolahan data secara deskriptif dan tahap kedua adalah analisis data. Secara terperinci langkah analisis dalam penelitian ini adalah.

a. Pengolahan Data

Tahapan pertama yang dilakukan adalah melakukan pengolahan data dengan menggunakan pendekatan statistik secara deskriptif yang bertujuan untuk melihat bagaimana karakteristik data yang akan digunakan dalam analisis selanjutnya, diuraikan dalam tahapan sebagai berikut.

1. Melakukan analisis deskriptif untuk variabel respon dan variabel prediktor disajikan dalam bentuk tabel dan diagram.
2. Membentuk *scatterplot* antara variabel respon dengan variabel prediktor yang digunakan sebagai deteksi awal pola hubungan antar variabel tersebut.

b. Analisis Data

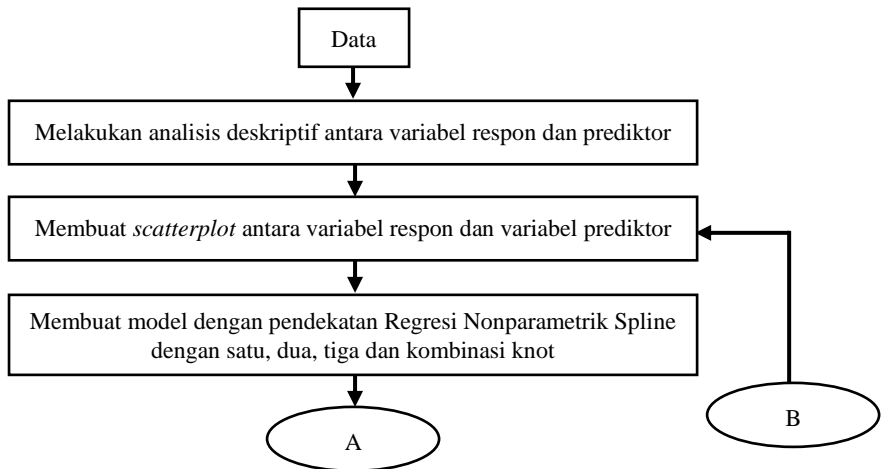
Selanjutnya adalah melakukan analisis data dengan meng-

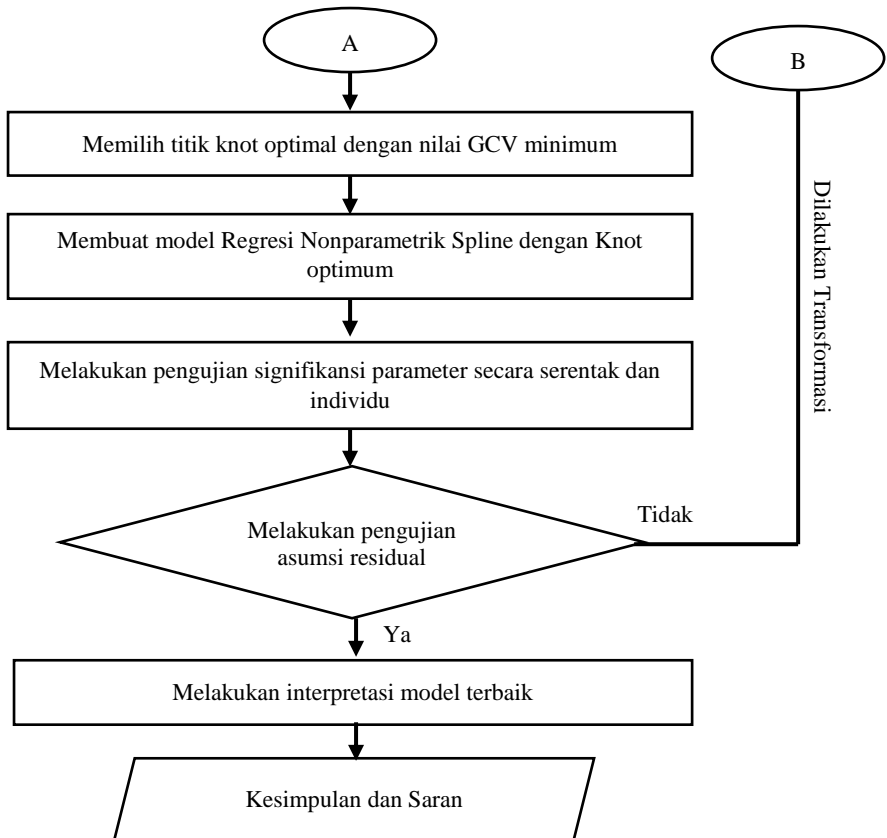
gunakan pendekatan Regresi Nonparametrik *Spline*, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Memodelkan data menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik *Spline* dengan menggunakan satu, dua, tiga, dan kombinasi knot.
2. Menetapkan model terbaik yang mempunyai nilai GCV minimum.
3. Membuat model Regresi Nonparametrik *Spline* dengan titik knot optimal.
4. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan individu pada model Regresi Nonparametrik *Spline* terbaik.
5. Melakukan pemeriksaan asumsi terhadap residual dari model Regresi Nonparametrik *Spline* yang terbentuk.
6. Menarik kesimpulan dan memberikan saran.

3.4 Diagram Alir

Tahapan analisis dirangkum dan disajikan dalam bentuk diagram alir dan jadwal penelitian sebagai berikut.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan terhadap permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya yaitu melakukan deskriptisi dan pemodelan terhadap tingkat konsumsi ikan dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan data tahun 2016. Berikut ini disajikan hasil analisis dan pembahasannya.

4.1 Karakteristik Tingkat Konsumsi Ikan dan Faktor yang diduga Mempengaruhinya di Jawa Timur

Karakteristik tingkat konsumsi ikan beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi di Provinsi Jawa Timur meliputi nilai rata-rata, varians, nilai minimum, dan nilai maksimum yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Tingkat Konsumsi Ikan dan Faktor yang diduga Mempengaruhi

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
Y	30.34	79.06	17.05	53.71
X ₁	10732	276747374	0	73246
X ₂	30594	104776100	62	626589
X ₃	62.305	12.781	54.780	69.5
X ₄	7.47	2.905	3.79	11.09
X ₅	11.875	23.372	4.33	24.11

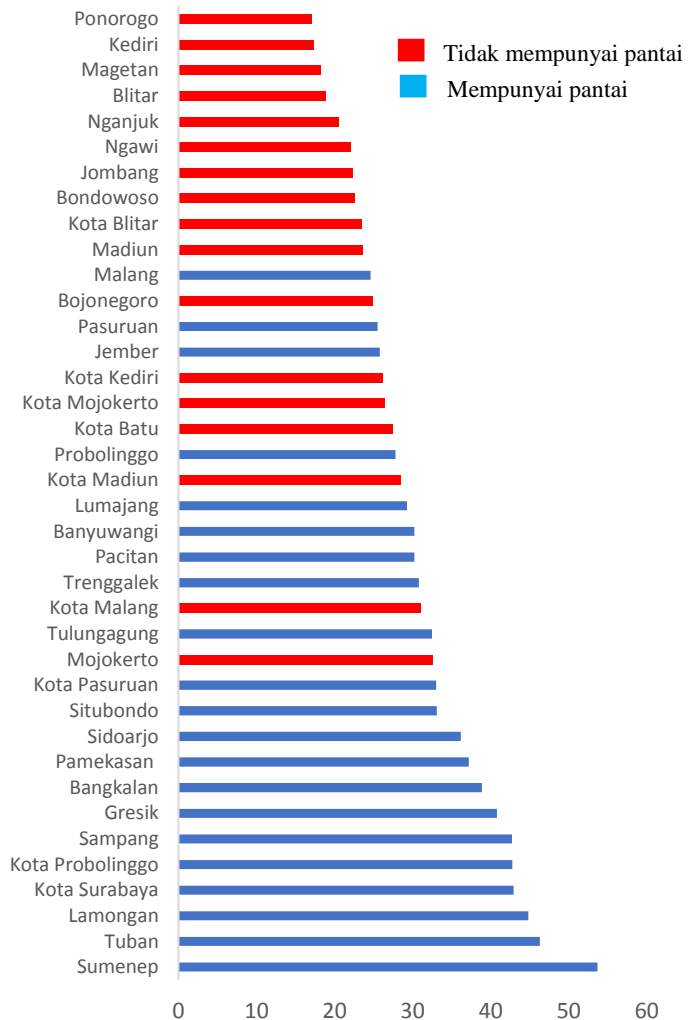
Hasil karakteristik data didapatkan bahwa rata-rata tingkat konsumsi ikan (Y) di Provinsi Jawa Timur tahun 2016 sebesar 30.34 dengan varians 79.06 tingkat konsumsi ikan terendah mencapai angka 17.05 di Kabupaten Ponorogo dan tingkat konsumsi ikan terbesar mencapai 53.71 di Kabupaten Sumenep dari 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat konsumsi ikan pada tahun 2016 di Jawa Timur mencapai angka 17.05 sampai 53.71 sedangkan karakteristik variabel X₁ yakni produksi perikanan tangkap yang menunjukkan bahwa rata-rata produksi perikanan tangkap di

Provinsi Jawa Timur tahun 2016 sebesar 10732 dengan varians 276747374 produksi perikanan tangkap terendah pada tahun 2016 yakni sebesar 0 ton di Kota Blitar, Kota Malang, dan Kota Batu dan produksi perikanan tangkap terbesar mencapai angka 73246,3 ton di Kabupaten Lamongan Tabel 4.1 juga menunjukkan karakteristik variabel X_2 yakni produksi perikanan budidaya dengan rata-rata sebesar 30504 dan varians sebesar 10477610060 produksi perikanan budidaya terendah menunjukkan angka 61,5 ton di Kota Batu dan tertinggi mencapai angka 626589,3 di Kabupaten Sumenep.

Karakteristik variabel X_3 yakni pengeluaran perkapita dengan rata-rata sebesar 62,305 dan varians 12,781 pengeluaran per kapita di Provinsi Jawa timur pada tahun 2016 terendah mencapai 54,78 di Kota Probolinggo dan tertinggi mencapai 69,5 di Kabupaten Sumenep variabel X_4 yakni rata-rata lama sekolah dengan rata-rata sebesar 7,47 dan varians sebesar 2,905 rata-rata lama sekolah di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2016 terendah mencapai 3,79 di Kabupten Sampang dan tertinggi mencapai 11,09 di Kota Madiun dan variabel X_5 yakni presentase penduduk miskin dengan rata-rata sebesar 11,875 dan varians sebesar 23,372 presentase penduduk miskin terendah mencapai 4,33 di Kota Malang dan tertinggi mencapai 24,11 di Kabupaten Sampang.

Tingkat konsumsi ikan tiap kabupaten/kota di Jawa Timur disajikan dalam diagram batang yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang diurutkan dari yang terendah hingga tertinggi. Visualisasi pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kabupaten/kota yang memiliki tingkat konsumsi ikan tertinggi ialah Kabupaten Sumenep sebesar 53,71 sedangkan kabupaten/kota yang memiliki tingkat konsumsi ikan terendah ialah Kabupaten Ponorogo sebesar 17,05 dan dapat diketahui untuk warna merah menunjukkan daerah yang tidak memiliki wilayah laut, rata-rata tingkat konsumsi ikan paling banyak penduduk mengkon-

sumsi ikan pada daerah yang memiliki wilayah laut pada warna biru



Gambar 4.1 Diagram Batang Tingkat Konsumsi Ikan Tiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur

4.2 Pemodelan Tingkat Konsumsi Ikan Menggunakan Regresi Linier

Pemodelan tingkat konsumsi ikan sebagai variabel respon dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi dilakukan dengan menggunakan metode regresi parametrik. Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan pemodelan konsumsi ikan dengan masing-masing faktor penduganya, kemudian melakukan pemodelan dengan pendekatan regresi parametrik, melakukan estimasi parameter secara serentak dan individu, melakukan pengujian asumsi residual.

Model regresi yang didapatkan dari hasil analisis regresi parameter sebagai berikut.

$$y = -20 + 0,000132x_1 + 0,00002x_2 + 0,262x_3 + 3,34x_4 + 0,871x_5 - 8,06D$$

dapat diartikan setiap kenaikan satu satuan produksi perikanan tangkap maka tingkat konsumsi ikan akan bertambah sebesar 0,000132 dengan ketentuan semua variabel konstan. Sementara untuk setiap kenaikan satu satuan variabel produksi perikanan budidaya maka tingkat konsumsi ikan akan bertambah sebesar 0,00002, untuk setiap kenaikan satu rupiah pengeluaran per kapita maka tingkat konsumsi ikan akan bertambah sebesar 0,262, untuk setiap kenaikan satu rata-rata lama sekolah maka tingkat konsumsi ikan akan bertambah 3,34. Sedangkan setiap kenaikan satu persen presentase penduduk miskin maka tingkat konsumsi ikan akan bertambah sebesar 0,871 dan daerah yang memiliki wilayah pantai tingkat konsumsi ikan lebih rendah 8,06 dari pada daerah yang tidak memiliki wilayah pantai.

4.2.1 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Parametrik

Uji signifikansi parameter model dilakukan untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur. Pertama-tama dilakukan uji secara serentak. Apabila kesimpulan dari uji secara serentak menunjukkan bahwa terdapat minimal satu par-

ameter yang signifikan, maka dilanjutkan ke uji secara individu.

1. Pengujian Serentak

Hipotesis dari uji serentak adalah sebagai berikut

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0, \quad j = 1, 2, \dots, 6$$

Tabel 4.2 Tabel ANOVA Model Regresi Parametrik

Sumber Variaasi	db	SS	MS	F _{hitung}	P-value
Regresi	6	1901,3	316,88	9,6	0,000
Residual	31	1023,8	33,03		
Total	37	2925,1			

Hasil analisis model regresi parametrik dengan uji serentak dari enam variabel prediktor. Berdasarkan tabel F_{hitung} yang dihasilkan yaitu 9,6 dimana angka ini lebih besar dari pada F_{tabel} yaitu 2,42 sehingga keputusannya tolak H_0 yang artinya minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Dari kesimpulan ini, maka dapat dilanjutkan uji individu.

2. Pengujian Parsial

Pengujian parsial digunakan untuk mengetahui signifikansi dari masing-masing variabel prediktor secara individu dengan menggunakan uji t. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parameter secara individu adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, 6$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, \quad j = 1, 2, \dots, 6$$

Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa 3 dari 5 parameter adalah signifikan dengan kriteria penolakan berdasarkan persamaan 2.9. variabel x_1 memiliki nilai $P\text{-value}$ ($0,577$) $> \alpha$ ($0,05$) sehingga dapat diputuskan gagal tolak H_0 , artinya tidak terdapat hubungan yang signifikan antara produksi perikanan tangkap terhadap model, sementara variabel x_2 dan x_3 memiliki

keputusan yang sama yaitu gagal tolak H_0 yang artinya variabel produksi perikanan budidaya dan pengeluaran per kapita tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap model. Untuk variabel x_4 memiliki nilai $P\text{-value}$ $(0,012) < \alpha$ $(0,05)$ sehingga dapat diputuskan tolak H_0 , artinya terdapat hubungan yang signifikan antara rata-rata lama sekolah terhadap model, sementara untuk variabel presentase penduduk miskin dapat diputuskan gagal tolak H_0 yang artinya terdapat hubungan yang signifikan terhadap model, dan daerah yang mempunyai wilayah yang memiliki pantai memberikan pengaruh yang berbeda dengan daerah yang tidak memiliki wilayah pantai terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur dan deteksi multikolinieritas dengan melihat nilai $VIF > 10$ maka dapat disimpulkan data pengaruh produksi perikanan tangkap, produksi perikanan budidaya, pengeluaran per kapita, rata-rata lama sekolah, presentase penduduk miskin dan wilayah terhadap tingkat konsumsi ikan adalah tidak terjadi multikolinieritas.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial

Variabel	Parameter	Koefisien	t_{hitung}	VIF	Keputusan
Intercept	β_0	-20,00	35,50		Gagal Tolak H_0
X_1	β_1	0,000132	1,76	1,741	Gagal Tolak H_0
X_2	β_2	0,000022	2,02	1,392	Gagal Tolak H_0
X_3	β_3	0,2621	0,57	3,064	Gagal Tolak H_0
X_4	β_4	3,34	2,65	5,176	Tolak H_0
X_5	β_5	0,8707	2,27	3,866	Tolak H_0
D	β_6	-0,8064	-3,45	1,529	Tolak H_0

4.2.2 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Residual

Pengujian dan pemeriksaan asumsi residual dilakukan untuk mengetahui apakah asumsi residual telah terpenuhi atau belum. Sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya bahwa residual dari model terbaik harus memenuhi asumsi identik, asumsi independen, dan asumsi berdistribusi normal agar pada pengujian regresi merupakan hasil yang terbaik setelah hasil dari pengujian asumsi residual sudah terpenuhi.

1. Pengujian Asumsi Residual Identik

Pengujian asumsi residual identik dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Glejser*. Hipotesis yang digunakan dalam uji *Glejser* adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_6 = 0$$

H_1 : minimal ada satu $\beta_j \neq 0$, $j = 1, 2, \dots, 6$

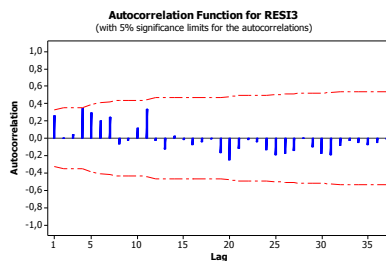
Tabel 4.4 ANOVA Uji *Glejser*

Sumber Variaasi	db	SS	MS	F _{hitung}	P-value
Regresi	6	79,85	13,308	1,34	0,268
Residual	31	307,156	9,908		
Total	37	387,006			

Hasil uji *Glejser* disajikan dan dapat diambil keputusan gagal tolak H_0 karena nilai *P-value* (0,268) lebih besar dari $\alpha=0,05$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi kasus heteroskedastisitas atau asumsi residual identik telah terpenuhi.

2. Pemeriksaan Asumsi Residual Independen

Pemeriksaan asumsi residual independen dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antar residual atau tidak. Asumsi residual independen dapat dikatakan terpenuhi jika tidak terdapat autokorelasi atau tidak terdapat titik yang keluar dari batas signifikansi. Metode yang digunakan untuk memeriksa asumsi residual independen adalah dengan menggunakan plot ACF, yang dilakukan secara visual



Gambar 4.2 Plot ACF Residual

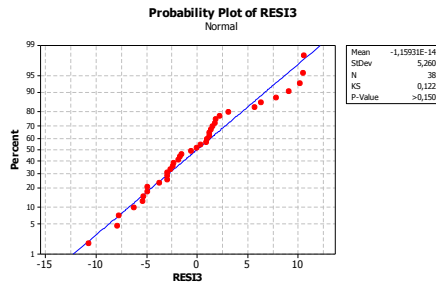
Pemeriksaan asumsi residual independen dilakukan dengan menggunakan interval konfidensi ACF. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa tidak terlihat adanya nilai autokorelasi (ACF) yang signifikan atau keluar dari batas atas dan batas bawah. Hal ini mengindikasikan bahwa asumsi independen pada residual model regresi parametrik telah terpenuhi.

3. Pengujian Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Untuk menguji asumsi yang terakhir yaitu residual berdistribusi normal, dilakukan uji *kolmogorov smirnov*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ (residual tidak berdistribusi normal)



Gambar 4.3 Probability Plot dengan Kolmogorov Smirnov

Plot-plot dari residual sudah menyebar diantara garis linier, pada pemeriksaan asumsi residual berdistribusi normal di atas diperoleh nilai $P_{value} > 0,15$ yang memiliki nilai lebih besar dari $\alpha=5\%$ sehingga diperoleh keputusan gagal tolak H_0 yang artinya bahwa residual mengikuti distribusi normal atau asumsi residual normal telah terpenuhi.

4.2.3 Koefisien Determinasi

Penghitungan R^2 berdasarkan Tabel 4.2 sebagai berikut.

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \times 100\% \quad R^2 - Adj = 1 - \frac{MSE}{MSE} \times 100\%$$

$$= 65\% \quad = 58,21\%$$

Model regresi linier dengan kombinasi knot menghasilkan nilai R^2 sebesar 65% yang artinya bahwa variabel prediktor yang digunakan mampu menjelaskan model sebesar 65%, sisanya sebesar 35% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model. serta nilai R^2 -Adj sebesar 58,21% yang artinya bahwa variabel prediktor yang digunakan mampu menjelaskan model sebesar 58,21%, sisanya sebesar 41,78% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model.

4.3 Pemodelan Tingkat Konsumsi Ikan Menggunakan Regresi Nonparametrik *Spline*

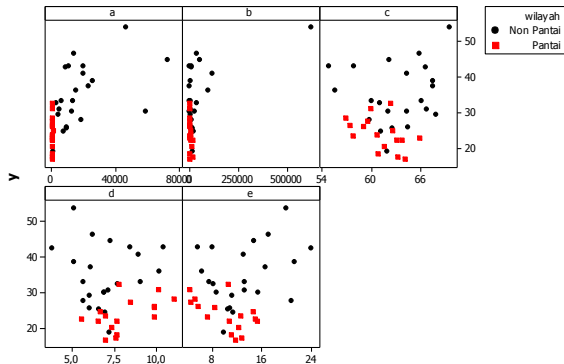
Pemodelan tingkat konsumsi ikan sebagai variabel respon dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi dilakukan dengan menggunakan metode regresi nonparametrik *spline*. Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan pemodelan ini adalah membentuk *scatter plot* antara tingkat konsumsi ikan dengan masing-masing faktor penduganya, kemudian melakukan pemodelan dengan pendekatan regresi nonparametrik *spline*, memilih titik knot optimal dengan menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV), merupakan model terbaik dengan knot yang optimal, melakukan estimasi parameter secara serentak dan individu, melakukan pengujian asumsi residual, dan melakukan interpretasi model regresi nonparametrik *spline*.

4.3.1 *Scatterplot* antara Tingkat Konsumsi Ikan dan Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhi

Pemeriksaan pola hubungan antara tingkat konsumsi ikan dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi di Jawa Timur dilakukan untuk melihat apakah metode statistik yang digunakan cocok dengan data yang akan diolah. Pemeriksaan pola hubungan yang paling mudah adalah melihat secara visual dari *scatterplot*. *Scatterplot* atau yang biasa disebut diagram pencar menunjukkan hubungan antara dua variabel berbeda. Dari *scatterplot* dapat diketahui apakah terbentuk suatu pola tertentu seperti linier, kuadratik, atau pola lainnya seperti yang

sudah diketahui, maka dalam pemodelan digunakan pendekatan secara parametrik. Sedangkan bila *scatterplot* antara Y dan X tak mengikuti pola tertentu maka digunakan pendekatan regresi nonparametrik.

Pola hubungan yang terbentuk antara variabel respon yakni tingkat konsumsi ikan dengan variabel prediktor yaitu (a) adalah produksi perikanan tangkap (X_1), (b) adalah produksi perikanan budidaya (X_2), (c) adalah pengeluaran per kapita (X_3), (d) adalah rata-rata lama sekolah (X_4), dan (e) adalah presentase penduduk miskin (X_5) dengan perbedaan wilayah (X_6) dapat ditunjukkan pada Gambar 4.4. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa pola hubungan yang terbentuk antara tingkat konsumsi ikan (Y) dengan lima variabel yang diduga mempengaruhinya. Berdasarkan hasil *scatterplot* tersebut ada kecenderungan bahwa kelima pola data tidak ada yang membentuk suatu pola tertentu. Untuk menjelaskan *scatterplot* tingkat konsumsi ikan terhadap faktor-faktor yang diduga mempengaruhi bahwa garis linier tidak satu garis lurus maka diperlukan knot dan dengan demikian, dalam pemodelan regresi digunakan pendekatan regresi nonparametrik.



Gambar 4.4 *Scatterplot* Antara Variabel Y dengan Masing-masing Variabel X

4.3.2 Pemilihan Titik Knot Optimum

Dalam pendekatan regresi nonparametrik *spline*, dikenal adanya titik knot. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku dari suatu gugus data. Dalam sebuah pola data yang dibentuk dari hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang termasuk dalam komponen nonparametrik dapat dibuat beberapa potongan berdasarkan titik knot, terdapat banyak kemungkinan knot yang terbentuk dari suatu gugus data, dan diantaranya terdapat titik knot optimal. Metode yang digunakan untuk mencari titik knot optimal diantara semua kemungkinan knot adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV yang paling minimum. Titik knot yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi knot.

Pemilihan titik knot optimum pada setiap variabel yang diduga mempengaruhi tingkat konsumsi ikan dengan menggunakan metode GCV dengan menggunakan satu titik knot diharapkan dapat menemukan nilai GCV yang paling minimum. Nilai GCV paling minimum diharapkan nantinya dapat menghasilkan model terbaik. Adapun model umum regresi nonparametrik *spline* yang terbentuk dengan satu titik knot dan lima komponen nonparametrik adalah sebagai berikut.

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 (x_{i1} - K_1)_+ + \hat{\beta}_3 x_{i2} + \hat{\beta}_4 (x_{i2} - K_2)_+ + \hat{\beta}_5 x_{i3} + \hat{\beta}_6 (x_{i3} - K_3)_+ + \hat{\beta}_7 x_{i4} + \hat{\beta}_8 (x_{i4} - K_4)_+ + \hat{\beta}_9 x_{i5} + \hat{\beta}_{10} (x_{i5} - K_5)_+ + \beta_{11} D$$

Dengan menggunakan program *R*, yang dilakukan dengan 50 pembagi data dihasilkan nilai GCV untuk model regresi nonparametrik *spline* satu knot, lima diantaranya disajikan pada Tabel 4.5 dan didapatkan hasil nilai GCV yang paling minimum adalah 32,766 dengan titik knot yang dihasilkan untuk setiap variabel prediktor didapatkan satu titik knot dengan masing-masing titik knot disajikan di bawah Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai GCV dengan Satu Knot

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	MSE	GCV
16443,05	140710,6	58,1	5,438	8,744	20,610	33,0685
17937,87	153496,9	58,4	5,587	9,148	20,593	33,04119
19432,69	166283,2	58,7	5,736	9,553	20,422	32,76607
20927,51	179069,4	59	5,885	9,957	20,535	32,94754
22422,34	191855,7	59,3	6,034	10,36	20,869	33,48331

lokasi titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} K_1 &= 19432,69 & K_3 &= 58,7 & K_5 &= 9,55 \\ K_2 &= 166283,2 & K_4 &= 5,73 \end{aligned}$$

Selanjutnya, hasil dari GCV dengan menggunakan satu titik knot akan dibandingkan dengan hasil dari GCV menggunakan dua titik knot, tiga titik knot dan kombinasi knot. Perbandingan hasil GCV tersebut dilakukan untuk memperoleh nilai GCV yang paling minimum sehingga diharapkan dapat menghasilkan model *spline* yang terbaik.

Setelah mendapatkan knot optimum dengan satu titik knot, selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan dua titik knot. Adapun model regresi nonparametrik *spline* dengan menggunakan dua titik knot pada faktor-faktor yang diduga mempengaruhi tingkat konsumsi ikan adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \hat{y}_i &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 (x_{i1} - K_1)_+ + \hat{\beta}_3 (x_{i1} - K_2)_+ + \hat{\beta}_4 x_{i2} + \hat{\beta}_5 (x_{i2} - K_3)_+ + \\ &\hat{\beta}_6 (x_{i2} - K_4)_+ + \hat{\beta}_7 x_{i3} + \hat{\beta}_8 (x_{i3} - K_5)_+ + \hat{\beta}_9 (x_{i3} - K_6)_+ + \hat{\beta}_{10} x_{i4} + \\ &\hat{\beta}_{11} (x_{i4} - K_7)_+ + \hat{\beta}_{12} (x_{i4} - K_8)_+ + \hat{\beta}_{13} x_{i5} + \hat{\beta}_{14} (x_{i5} - K_9)_+ + \hat{\beta}_{15} (x_{i5} - K_{10})_+ \\ &\beta_{16} D \end{aligned}$$

pada persamaan di atas dapat dilihat bahwa untuk masing-masing variabel prediktor dibutuhkan dua titik knot. Sama halnya dengan menggunakan satu titik knot, untuk memperoleh knot yang optimum dipilih melalui nilai GCV yang paling minimum. Hasil perhitungan GCV untuk model regresi nonparametrik *spline* dengan dua titik knot disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai GCV dengan Dua Titik Knot

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	MSE	GCV
20927,51	179069,44	59,00	5,89	9,96	16,25	27,91
32886,09	281359,70	61,40	7,08	13,19		
20927,51	179069,44	59,00	5,89	9,96	16,22	27,85
34380,92	294145,98	61,70	7,23	13,59		
20927,51	179069,44	59,00	5,89	9,96	16,25	27,90
35875,74	306932,26	62,00	7,38	14,00		

Nilai GCV minimum dengan dua titik knot yaitu 27,85 dengan lokasi dua titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 (K_1 = 20927,51 & \quad ; K_2 = 34380,92), \\
 (K_3 = 179069,44 & \quad ; K_4 = 294145,98), \\
 (K_5 = 59 & \quad ; K_6 = 61,7), \\
 (K_7 = 5,89 & \quad ; K_8 = 7,23), \\
 (K_9 = 9,96 & \quad ; K_{10} = 13,59).
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot dan dua titik knot, maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot. Proses yang dilakukan untuk memilih titik knot optimum dengan menggunakan tiga titik knot, sama halnya dengan yang dilakukan sebelumnya yaitu dengan menggunakan nilai GCV minimum. Adapun model regresi nonparametrik *spline* dengan menggunakan tiga titik knot pada variabel-variabel yang mempengaruhi tingkat konsumsi ikan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \hat{y}_i = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_4 (x_1 - K_3)_+ + \hat{\beta}_5 x_2 + \\
 & \hat{\beta}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\beta}_7 (x_2 - K_5)_+ + \hat{\beta}_8 (x_2 - K_6)_+ + \hat{\beta}_9 x_3 + \hat{\beta}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \\
 & \hat{\beta}_{11} (x_3 - K_8)_+ + \beta_{12} (x_3 - K_9)_+ + \beta_{13} x_4 + \beta_{14} (x_4 - K_{10})_+ + \beta_{15} (x_4 - K_{11})_+ + \\
 & \beta_{16} (x_4 - K_{12})_+ + \beta_{17} x_5 + \beta_{18} (x_5 - K_{13})_+ + \beta_{19} (x_5 - K_{14})_+ + \beta_{20} (x_5 - K_{15})_+ + \\
 & \beta_{21} D
 \end{aligned}$$

Pada persamaan di atas dapat dilihat bahwa untuk masing-masing variabel prediktor dibutuhkan tiga titik knot. Hasil

perhitungan GCV untuk model regresi nonparametrik *spline* dengan tiga titik knot, antara lain disajikan pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	MSE	GCV
2989,64	25634,06	55,40	4,10	5,11		
4484,47	38420,34	55,70	4,25	5,51	11,87	25,35
26906,80	230214,57	60,20	6,48	11,57		
2989,64	25634,06	55,40	4,10	5,11		
4484,47	38420,34	55,70	4,25	5,51	11,79	25,19
28401,63	243000,85	60,50	6,63	11,98		
2989,64	25634,06	55,40	4,10	5,11		
4484,47	38420,34	55,70	4,25	5,51	11,84	25,28
29896,45	255787,13	60,80	6,78	12,38		

Hasil nilai GCV minimum dengan tiga titik knot yang diperoleh dari Tabel 4.7 adalah 25,19 dengan lokasi titik knot optimum untuk masing-masing variabel adalah sebagai berikut.

($K_1 = 2989,64$; $K_2 = 4484,47$; $K_3 = 28401,63$),

($K_4 = 25634,06$; $K_5 = 38420,34$; $K_6 = 243000,85$),

($K_7 = 55,4$; $K_8 = 55,7$; $K_9 = 60,50$),

($K_{10} = 4,1$; $K_{11} = 4,25$; $K_{12} = 6,63$),

($K_{13} = 5,11$; $K_{14} = 5,51$; $K_{15} = 11,98$).

Setelah mendapatkan knot optimum dengan nilai GCV minimum dari satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot maka selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan kombinasi knot. Kombinasi knot adalah kombinasi dari satu, dua, dan tiga titik knot dengan cara masing-masing lokasi titik knot yang memiliki GCV paling minimum dari satu titik knot, dua titik knot dan tiga titik knot dikombinasikan. Proses yang dilakukan untuk memilih titik knot optimum dengan menggunakan sama dengan sebelumnya yaitu menggunakan nilai GCV minimum.

Terdapat lima variabel prediktor yang digunakan untuk pemodelan sehingga kombinasi yang terbentuk adalah (1,1,1,1,1), (1,1,1,1,2), dan seterusnya hingga kombinasi

(3,3,3,3,3). GCV dan lokasi knot untuk model regresi nonparametrik *spline* kombinasi knot, diantaranya disajikan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Nilai GCV dengan Kombinasi Knot

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	MSE	GCV
20927,51	25634,06	55,4	5,73674	9,5531	75,30	34,86
34380,92	38420,34	55,7				
	243000,9	60,5				
20927,51	25634,06	55,4	5,73674	9,95714	85,59	21,98
34380,92	38420,34	55,7		13,59388		
	23000,9	60,5				
20927,51	25634,06	55,4	5,73674	5,108163	75,47	34,55
34380,92	38420,34	55,7		5,512245		
	243000,9	60,6		11,97755		

Nilai GCV minimum dengan menggunakan kombinasi titik knot yang diperoleh adalah 21,98 dengan rincian variabel Produksi Perikanan Tankap (X_1) memiliki 2 titik knot, variabel Produksi Perikanan Budidaya (X_2) dengan 3 titik knot, variabel Pengeluaran Per Kapita (X_3) memiliki 3 titik knot, variabel Rata-rata Lama Sekolah (X_4) dengan 1 titik knot dan variabel Presentase Penduduk Miskin (X_5) memiliki 2 titik knot. Sehingga kombinasinya adalah (2,3,3,1,2) dengan titik knot optimum untuk masing-masing variabel diperoleh hasil knot.

($K_1 = 20927,51$; $K_2 = 34380,92$),

($K_3 = 25634,06$; $K_4 = 38420,38$; $K_5 = 23000,9$),

($K_6 = 55,4$; $K_7 = 55,7$; $K_8 = 60,5$),

($K_9 = 5,73674$),

($K_{10} = 9,957$; $K_{11} = 13,593$).

4.3.3 Pemilihan Model Terbaik

Model regresi nonparametrik *spline* terbaik adalah model dengan GCV paling minimum. Perbandingan nilai GCV paling minimum dan banyak parameter dari satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi knot disajikan pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 GCV Minimum dan Banyak Parameter Masing-Masing Knot

Jumlah Knot	GCV Minimum	Banyak Parameter
1 Titik Knot	32,766	12
2 Titik Knot	27,85	17
3 Titik Knot	25,19	22
Kombinasi Knot (2,3,3,1,2)	21,98	18

GCV paling minimum dan banyaknya parameter masing-masing knot dimiliki oleh kombinasi knot, sehingga titik knot yang akan di-gunakan sebagai model terbaik dengan jumlah parameter model sebanyak 18 termasuk konstanta (β_0) dan penambahan va-riabel *dummy*. Model regresi nonparametrik *spline* dengan kombinasi knot pada kasus tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur dengan lima komponen nonparametrik adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y}_i = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{i1} + \hat{\beta}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_4 x_2 + \hat{\beta}_5 (x_2 - K_3)_+ + \\ & \hat{\beta}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\beta}_7 (x_2 - K_5)_+ + \hat{\beta}_8 x_3 + \hat{\beta}_9 (x_3 - K_6)_+ + \hat{\beta}_{10} (x_3 - K_7)_+ + \\ & \beta_{11} (x_3 - K_8)_+ + \beta_{12} x_4 + \beta_{13} (x_4 - K_9)_+ + \beta_{14} x_5 + \beta_{15} (x_5 - K_{10})_+ + \beta_{16} (x_5 - K_{11})_+ + \\ & \beta_{17} D\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan model terbaik yaitu dengan kombinasi knot, langkah selanjutnya adalah mengestimasi parameter model regresi nonparametrik *spline* menggunakan OLS dengan pengujian signifikansi parameter model yang terbentuk

4.3.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Uji signifikansi parameter model dilakukan untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur. Pertama-tama dilakukan uji secara serentak. Lalu dilanjutkan dengan uji secara parsial atau individu.

1. Pengujian Serentak

Hipotesis dari uji serentak adalah sebagai berikut

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{17} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0, \quad j = 1, 2, \dots, 17$$

Tabel 4.10 Tabel ANOVA Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Sumber Variaasi	D b	SS	MS	F _{hitung}	P-value
Regresi	17	2505,089	147,3582	7,00099	3,925x10 ⁻⁵
Residual	20	420,9637	21,04818		
Total	37	2926,053			

Tabel ANOVA dari model regresi nonparametrik spline menunjukkan hasil analisis ragam uji serentak dari lima variabel prediktor. Berdasarkan tabel F_{hitung} yang dihasilkan yaitu 7,0009 dimana angka ini lebih besar dari pada F_{tabel} yaitu 2,23 sehingga keputusannya tolak H₀ yang artinya minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Dari kesimpulan ini, maka dapat dilanjutkan uji individu.

2. Pengujian Parsial

Pengujian parsial digunakan untuk mengetahui signifikansi dari masing-masing variabel prediktor secara individu dengan menggunakan uji t. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian parameter secara individu adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, 17$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, \quad j = 1, 2, \dots, 17$$

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa 13 dari 17 parameter adalah signifikan dengan kriteria penolakan berdasarkan persamaan 2.11. meski terdapat parameter yang tak signifikan, lima variabel yang digunakan dianggap signifikan karena minimal dalam satu variabel terdapat satu parameter yang signifikan. Sehingga variabel prediktor memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Parameter Secara Parsial

Variabel	Parameter	Koefisien	t_{hitung}	Keputusan
Intercept	β_0	0,00376	1,321	Gagal Tolak H_0
X_1	β_1	0,00081	5,444	Tolak H_0
	β_2	-0,00273	-2,860	Tolak H_0
	β_3	0,00257	2,083	Gagal Tolak H_0
	β_4	-0,00015	-1,070	Gagal Tolak H_0
X_2	β_5	0,00115	2,270	Tolak H_0
	β_6	-0,00116	-2,592	Tolak H_0
	β_7	0,00029	2,535	Tolak H_0
	β_8	0,38021	13,18	Tolak H_0
X_3	β_9	0,12583	0,941	Gagal Tolak H_0
	β_{10}	0,1026	0,784	Gagal Tolak H_0
	β_{11}	0,69633	2,946	Tolak H_0
X_4	β_{12}	0,83563	4,471	Tolak H_0
	β_{13}	1,10969	4,065	Tolak H_0
X_5	β_{14}	-1,16621	-3,533	Tolak H_0
	β_{15}	0,70723	3,215	Tolak H_0
	β_{16}	1,32639	3,698	Tolak H_0
D_1	β_{17}	-0,13578	-3,278	Tolak H_0

4.3.5 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Residual

Pengujian asumsi residual dilakukan untuk mengetahui apakah asumsi residual telah terpenuhi atau belum. Sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya bahwa residual dari model terbaik harus memenuhi asumsi identik, independen, dan berdistribusi normal.

1. Pengujian Asumsi Residual Identik

Pengujian asumsi residual identik untuk mengetahui apakah varians residual telah homogen. Uji asumsi identik dilakukan menggunakan uji *Glejser* dengan hasil pada Tabel 4.12.

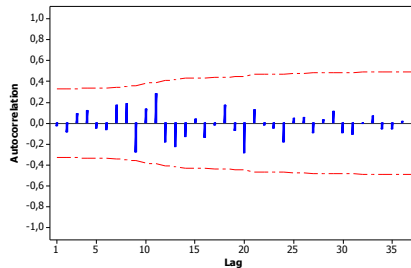
Tabel 4.12 ANOVA Uji *Glejser*

Sumber Variaasi	Db	SS	MS	F_{hitung}	$P-value$
Regresi	17	64,045	3,767	0,6311	0,829
Residual	20	119,38	5,969		
Total	37	183,42			

Hasil uji *glejser* dari Tabel ANOVA didapatkan nilai F_{hitung} uji *glejser* sebesar 0,6311 dengan p -value sebesar 0,829. Pada tingkat sig-nifikan 5%, maka diketahui nilai $F_{(0.05,17,20)}$ adalah 2,16. Karena nilai $F_{hitung} < F_{(0.05,17,20)}$ maka dapat diambil keputusan gagal tolak H_0 . Hal ini berarti residual memiliki varians yang homogen atau telah memenuhi asumsi identik.

2. Pemeriksaan Asumsi Residual Independen

Pemeriksaan asumsi residual independen dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antar residual atau tidak. Asumsi residual independen dapat dikatakan terpenuhi jika tidak terdapat autokorelasi atau tidak terdapat titik yang keluar dari batas signifikansi. Metode yang digunakan untuk memeriksa asumsi residual independen adalah dengan menggunakan plot ACF, yang dilakukan secara visual



Gambar 4.5 Plot ACF Residual

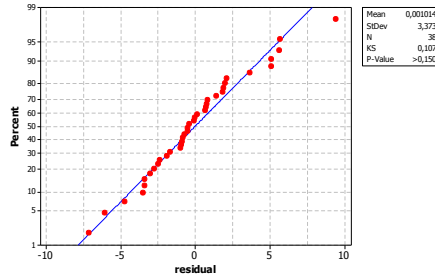
Pemeriksaan asumsi residual independen dilakukan dengan menggunakan interval konfidensi ACF. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa tidak terlihat adanya nilai autokorelasi (ACF) yang signifikan atau keluar dari batas atas dan batas bawah. Hal ini mengindikasikan bahwa asumsi independen pada residual model regresi nonparametrik *spline* telah terpenuhi.

3. Pengujian Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Untuk menguji asumsi yang terakhir yaitu residual berdistribusi normal, dilakukan uji *kolmogorov smirnov*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ (residual tidak berdistribusi normal)



Gambar 4.6 Probability Plot dengan Kolmogorov Smirnov

Pengujian Asumsi residual berdistribusi normal di atas diperoleh nilai $P_{value} > 0,15$ yang memiliki nilai lebih besar dari $\alpha = 5\%$ sehingga diperoleh keputusan gagal tolak H_0 yang artinya bahwa residual mengikuti distribusi normal atau asumsi residual normal telah terpenuhi.

4.3.6 Koefisien Determinasi (R^2)

Penghitungan R^2 berdasarkan Tabel 4.10 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{SSR}{SST} \times 100\% & R^2 - Adj &= 1 - \frac{MSE}{MSE} \times 100\% \\
 &= 85,61\% & &= 73,38\%
 \end{aligned}$$

Model regresi nonparametrik *spline* linier dengan kombinasi knot menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 85,61% yang artinya bahwa variabel prediktor yang digunakan mampu menjelaskan model sebesar 85,61%, sisanya sebesar 14,39% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model. sedangkan nilai $R^2 - Adj$ sebesar 73,38% yang artinya bahwa variabel prediktor yang digunakan mampu menjelaskan model sebesar 73,38%, sisanya sebesar 26,62% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model. dari hasil koefisien determinasi dapat digunakan kebaikan model.

4.3.7 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik *Spline*

Setelah dilakukan pengujian asumsi pada residual model regresi nonparametrik *spline* dan diperoleh bahwa semua asumsi tersebut terpenuhi, selanjutnya akan diinterpretasikan model regresi nonparametrik *spline* terbaik dengan variabel prediktor yang signifikan. Model regresi nonparametrik *spline* dan dengan interpretasinya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y}_i = & 0,003764 + 0,000813x_1 - 0,00273(x_1 - 20927,51)_+ + 0,00257(x_1 - 34380,92)_+ \\ & - 0,00015x_2 + 0,00115(x_2 - 25634,06)_+ - 0,00117(x_2 - 38420,38)_+ \\ & + 0,00029(x_2 - 23000,9)_+ + 0,3802x_3 + 0,1258(x_3 - 55,4)_+ + 0,1026(x_3 - 55,7)_+ \\ & + 0,6963(x_3 - 60,5)_+ + 0,835x_4 + 1,109(x_4 - 5,736)_+ - 1,166x_5 + 0,707(x_5 - 9,957)_+ \\ & + 1,326(x_5 - 13,59)_+ - 0,136D\end{aligned}$$

1. Variabel Produksi Perikanan Tangkap (X_1)

pengaruh produksi perikanan tangkap (X_1) terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 0,000813x_1 - 0,00273(x_1 - 20927,51)_+ + 0,00257(x_1 - 34380,92)_+$$

$$= \begin{cases} 0,000813x_1 & ; x_1 < 20927,51 \\ -0,001917x_1 + 57,132 & ; 20927,51 \leq x_1 < 34380,92 \\ 0,000653x_1 - 31,22 & ; x_1 \geq 34380,92 \end{cases}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut.



Gambar 4.7 Visualisasi Peta Variabel Produksi Perikanan Tangkap

- a. Hasil visualisasi peta menunjukkan Kab. Bojonegoro, Kab. Ngawi, Kab. Magetan, Kab. Ponorogo, Kota Malang, Kota Batu, Kab. Bondowoso, Kab. Kediri, Kota Kediri, Kab. Madiun, Kota Madiun, Kab. Nganjuk, Kab. Mojokerto, Kota Mojokerto, Kab. Jombang dan Kota Blitar termasuk daerah yang memiliki nilai produksi perikanan tangkap kurang dari 20927,51 ton. Jika daerah tersebut menghasilkan produksi perikanan tangkap naik sebesar 1 ton akan menyebabkan nilai tingkat konsumsi ikan di daerah tersebut cenderung naik sebesar 0,000813 kg/kap/thn.
 - b. Kab. Pacitan, Kab. Jember, Kab. Situbondo, Kab. Probolinggo, Kota Probolinggo, Kab. Pasuruan, Kab. Sidoarjo, Kota Surabaya, Kab. Gresik, Kab. Tuban, Kab. Bangkalan, Kab. Sampang, dan Kab. Pamekasan merupakan daerah yang memiliki nilai produksi perikanan tangkap antara 20927,51 hingga 34380,92 ton. Jika daerah tersebut menghasilkan produksi perikanan tangkap naik sebesar 1 ton maka akan menyebabkan nilai tingkat konsumsi ikan cenderung turun sebesar 0,00192 kg/kap/thn dikarenakan dari hasil perikanan tangkap tersebut kebanyakan ikan untuk di ekspor ke luar negeri antara lain penghasil ikan kakap merah, kakap putih, dan tengiri. Akibatnya penduduk di daerah tersebut kebanyakan sulit untuk mendapatkan ikan yang murah untuk dikonsumsi (Surya, 2018).
 - c. Sementara untuk Kab. Banyuwangi, Kab. Sumenep dan Kab. Lamongan merupakan daerah memiliki produksi perikanan tangkap lebih dari 34380,92 ton. Jika daerah tersebut menghasilkan produksi perikanan tangkap naik sebesar 1 ton akan menyebabkan nilai tingkat konsumsi ikan cenderung naik sebesar 0,000653 kg/kap/thn.
2. Variabel Perikanan Budidaya (X_2)
- pengaruh produksi perikanan budidaya (X_2) terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -0,00015x_2 + 0,00115(x_2 - 25634,06)_+ - 0,00117(x_2 - 38420,38)_+ \\ + 0,00029(x_2 - 23000,9)_+ \\ = \begin{cases} -0,00015x_2 & ; x_2 < 25634,06 \\ 0,0001x_2 - 29,479 & ; 25634,06 \leq x_2 < 38420,38 \\ -0,000017x_2 + 15,473 & ; 38420,38 \leq x_2 < 23000,9 \\ 0,00014x_2 + 8,802 & ; x_2 \geq 23000,9 \end{cases}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut.



Gambar 4.8 Visualisasi Peta Variabel Produksi Perikanan Budidaya

- a. Visualisasi Gambar 4.8 menunjukkan Kab. Bojonegoro, Kab. Ngawi, Kab. Madiun, Kota Madiun, Kab. Magetan, Kab. Ponorogo, Kab. Bondowoso, Kab. Mojokerto, Kota Mojokerto, Kota Batu, Kab. Situbondo, Kab. Probolinggo, Kab. Pacitan, Kab. Trenggalek, Kab. Lumajang, Kota Probolinggo, Kab. Jember, Kab. Bangkalan, Kab. Sampang dan Kab. Pamekasan termasuk daerah yang memiliki nilai produksi perikanan budidaya kurang dari 25634,06 ton, jika daerah tersebut menghasilkan produksi perikanan budidaya naik sebesar 1 ton akan menyebabkan nilai tingkat konsumsi ikan di daerah tersebut cenderung menurun sebesar 0,00015 kg/kap/thn dikarenakan daerah tersebut merupakan

- daerah yang memiliki kultur tanah paling banyak adalah kapur dan berbatuan (KKP, 2015).
- b. Kab. Kediri, Kab. Malang, Kab. Pasuruan, Kab. Jombang, Kab. Blitar, Kab. Lamongan, Kab. Tuban, Kab. Tulungagung, dan Kab. Banyuwangi merupakan daerah yang memiliki nilai produksi ikan budidaya diantara 25634,06 hingga 38420,38 ton. Jika daerah tersebut menghasilkan produksi perikanan budidaya naik sebesar 1 ton maka tingkat konsumsi ikan cenderung naik sebesar 0,0001 kg/kap/thn.
 - c. Kab. Sidoarjo dan Kab. Gresik merupakan daerah yang memiliki nilai produksi perikanan budidaya berada diantara 38420,38 hingga 23000,9 ton. Jika daerah tersebut menghasilkan produksi perikanan budidaya naik sebesar 1 ton maka akan menyebabkan nilai tingkat konsumsi ikan cenderung turun sebesar 0,000017 kg/kap/thn dikarenakan merupakan daerah yang memiliki banyak budidaya tambak dan penghasilan ikan tambak yang harganya cukup mahal (Gresik, 2017).
 - d. Kemudian, Kab. Sumenep memiliki nilai produksi perikanan budidaya lebih dari 23000,9 ton. Jika daerah tersebut menghasilkan produksi perikanan tangkap naik 1 ton maka akan menyebabkan nilai tingkat konsumsi ikan cenderung naik sebesar 0,00014 kg/kap/thn.
3. Variabel Pengeluaran Per Kapita (X_3)
 pengaruh pengeluaran per kapita (X_3) terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 0,3802x_3 + 0,1258(x_3 - 55,4)_+ + 0,1026(x_3 - 55,7)_+ \\ &\quad + 0,6963(x_3 - 60,5)_+ \\ &= \begin{cases} 0,3802x_3 & ; x_3 < 55,4 \\ 0,506x_3 - 6,969 & ; 55,4 \leq x_3 < 55,7 \\ 0,6086x_3 - 12,684 & ; 55,7 \leq x_3 < 60,5 \\ 1,3049x_3 - 54,81 & ; x_3 \geq 60,5 \end{cases} \end{aligned}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut.



Gambar 4.9 Visualisasi Peta Variabel Pengeluaran Per Kapita

- a. Pada Pengamatan, menunjukkan Kota Surabaya, Kab. Sidoarjo, Kota Madiun, Kota Blitar, dan Kota Probolinggo termasuk daerah yang memiliki nilai pengeluaran per kapita kurang dari 55,4. Jika daerah tersebut menghasilkan pengeluaran per kapita 1 satuan akan menyebabkan tingkat konsumsi ikan di daerah tersebut cenderung meningkat sebesar 0,3802 kg/kap/thn.
- b. Kab. Magetan, Kab. Madiun, Kab. Nganjuk, Kab. Tulungagung, Kota Batu, Kota Malang, Kab. Malang, dan Kab. Probolinggo merupakan daerah yang memiliki nilai pengeluaran per kapita diantara 55,4 hingga 55,7. Jika daerah tersebut menghasilkan pengeluaran per kapita naik sebesar 1 satuan maka tingkat konsumsi ikan cenderung naik sebesar 0,506 kg/kap/thn.
- c. Kab. Banyuwangi, Kab. Jember, Kab. Blitar, Kab. Kediri, Kab. Ponorogo, Kab. Pacitan, Kab. Ngawi, Kab. Bojonegoro, Kab. Kediri, Kab. Mojokerto, Kota Mojokerto, Kab. Jombang, Kab. Gresik, dan Kab. Lamongan. Merupakan daerah yang memiliki nilai pengeluaran per kapita berada di antara 55,7 hingga 60,5. Jika daerah tersebut menghasilkan pengeluaran per kapita naik 1 satuan maka akan menyebab-

- kan nilai tingkat konsumsi ikan cenderung naik sebesar 0,6086 kg/kap/thn.
- d. Sementara untuk Kab. Situbondo, Kab. Bondowoso, Kab. Lumajang, Kab. Tuban, Kab. Bangkalan, Kab. Sampang, Kab. Pamekasan, Kab. Trenggalek, dan Kab. Sumenep merupakan daerah yang memiliki nilai pengeluaran per kapita lebih dari 60,5. Jika daerah tersebut menghasilkan pengeluaran per kapita naik 1 satuan maka akan menyebabkan nilai tingkat konsumsi ikan naik sebesar 1,3049 kg/kap/thn.
4. Variabel Rata-rata Lama Sekolah (X_4)
pengaruh rata-rata lama sekolah (X_4) terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 0,835x_4 + 1,109(x_4 - 5,736)_+$$

$$= \begin{cases} 0,835x_4 & ; x_4 < 5,736 \\ 1,944x_4 + 6,361 & ; x_4 \geq 5,736 \end{cases}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut.



Gambar 4.10 Visualisasi Peta Variabel Rata-rata Lama Sekolah

- a. Berdasarkan Visualisasi variabel rata-rata lama sekolah menunjukkan Kab. Banyuwangi, Kab. Jember, Kab. Bondowoso, Kab. Situbondo, Kab. Probolinggo, Kab. Lumajang, Kab. Malang, Kab. Pasuruan, Kab. Blitar, Kab. Mojokerto,

Kab. Jombang, Kab. Kediri, Kab. Pacitan, Kab. Magetan, Kab. Nganjuk, Kab. Bojonegoro, Kab. Madiun, Kab. Tuban, Kab. Lamongan, Kab. Bangkalan, Kab. Sampang, Kab. Pamekasan, Kab. Trenggalek, Kab. Ponorogo, Kab. Ngawi, Kab. Tulungagung, dan Kab. Sumenep termasuk daerah yang memiliki rata-rata lama sekolah kurang dari 5,736. Jika daerah tersebut menghasilkan rata-rata lama sekolah naik 1 satuan akan menyebabkan tingkat konsumsi ikan di daerah tersebut cenderung naik sebesar 0,835 kg/kap/thn.

- b. Sementara untuk Kota Blitar, Kota Kediri, Kota Malang, Kota Batu, Kota Madiun, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Surabaya, Kab. Sidoarjo dan Kab. Gresik termasuk daerah yang memiliki nilai rata-rata lama sekolah lebih besar dari 5,736. Jika daerah tersebut menghasilkan rata-rata lama sekolah naik 1 satuan akan menyebabkan nilai tingkat konsumsi ikan cenderung naik sebesar 1,944 kg/kap/thn.

5. Variabel presentase penduduk miskin (X_5)

pengaruh presentase penduduk miskin (X_5) terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = 1,166x_5 + 0,707(x_5 - 9,957)_+ + 1,326(x_5 - 13,59)_+$$

$$= \begin{cases} 1,166x_5 & ; x_5 < 9,957 \\ 1,873x_5 - 7,039 & ; 9,957 \leq x_5 < 13,59 \\ 3,199x_5 - 25,059 & ; x_5 \geq 13,59 \end{cases}$$

Pada model tersebut dapat diinterpretasikan dengan visualisasi peta sebagai berikut. Untuk variabel prediktor presentase penduduk miskin disajikan pada gambar dibawah ini dan pada peta dibedakan menjadi tiga kategori atau tiga wilayah yang dibedakan menurut hasil dari nilai disetiap wilayah yang memiliki nilai presentase penduduk miskin masing-masing, selanjutnya di jelaskan dan disajikan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Visualisasi Peta Variabel Presentase Penduduk Miskin

- a. Berdasarkan Gambar 4.11 menunjukkan Kab. Banyuwangi, Kota Probolinggo, Kota Malang, Kota Batu, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Kediri, Kota Madiun, Kab. Tulungagung, Kab. Sidoarjo, dan Kota Surabaya termasuk daerah yang memiliki nilai presentase penduduk miskin kurang dari 9,957. Jika daerah tersebut menghasilkan persentase penduduk miskin naik sebesar 1 persen maka akan menyebabkan tingkat konsumsi ikan di daerah tersebut cenderung naik sebesar 1,166 kg/kap/thn.
- b. Selanjutnya, untuk Kab. Situbondo, Kab. Bondowoso, Kab. Jember, Kab. Lumajang, Kab. Malang, Kab. Blitar, Kab. Trenggalek, Kab. Pacitan, Kab. Ponorogo, Kab. Magetan, Kab. Madiun, Kab. Ngawi, Kab. Bojonegoro, Kab. Lamongan, Kab. Gresik, Kab. Nganjuk, Kab. Jombang, Kab. Mojokerto, Kab. Kediri, dan Kab. Pasuruan merupakan daerah yang memiliki presentase penduduk miskin diantara 9,957 hingga 13,59. Jika daerah tersebut menghasilkan persentase penduduk miskin naik sebesar 1 persen akan menyebabkan nilai tingkat konsumsi ikan cenderung naik sebesar 1,873 kg/kap/thn.
- c. Kab. Probolinggo, Kab. Tuban, Kab. Bangkalan, Kab. Sampang, Kab. Pamekasan, dan Kab. Sumenep merupakan dae-

rah yang memiliki nilai presentase penduduk miskin lebih dari 13,59 persen. Jika daerah tersebut menghasilkan persentase penduduk miskin naik sebesar 1 persen akan menyebabkan tingkat konsumsi ikan di daerah tersebut cenderung naik sebesar 3,199 kg/kap/thn.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Rata-rata tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur sebesar 30,34 yang tersebar di 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Daerah yang memiliki nilai tingkat konsumsi ikan tertinggi yaitu Kabupaten Sumenep dengan nilai sebesar 53,71 sedangkan nilai tingkat konsumsi ikan paling terendah berada di Kabupaten Ponorogo. Varians yang sangat tinggi pada variabel produksi perikanan tangkap dan produksi perikanan budidaya yang mengindikasikan terjadi perbedaan antara daerah satu dan lainnya.
2. Pemodelan tingkat konsumsi ikan dengan menggunakan metode regresi nonparametrik *spline* menggunakan model terbaik dari titik knot yang paling optimum yaitu menggunakan kombinasi knot dengan semua variabel prediktor berpengaruh signifikan. Koefisien determinasi atau R^2 yang menunjukkan ukuran kebaikan model untuk kombinasi knot adalah 85,61%. Sehingga diperoleh model regresi nonparametrik *spline*

$$\begin{aligned}\hat{y}_i = & 0,003764 + 0,000813x_1 - 0,00273(x_1 - 20927,51)_+ + 0,00257(x_1 - 34380,92)_+ \\ & - 0,00015x_2 + 0,00115(x_2 - 25634,06)_+ - 0,00117(x_2 - 38420,38)_+ \\ & + 0,00029(x_2 - 23000,9)_+ + 0,3802x_3 + 0,1258(x_3 - 55,4)_+ + 0,1026(x_3 - 55,7)_+ \\ & + 0,6963(x_3 - 60,5)_+ + 0,835x_4 + 1,109(x_4 - 5,736)_+ - 1,166x_5 + 0,707(x_5 - 9,957)_+ \\ & + 1,326(x_5 - 13,59)_+ - 0,136D\end{aligned}$$

Interpretasi model dengan salah satu variabel yaitu variabel pengaruh produksi perikanan tangkap terhadap tingkat konsumsi ikan di Jawa Timur

$$= \begin{cases} 0,000813x_1 & ; x_1 < 20927,51 \\ -0,001917x_1 + 57,132 & ; 20927,51 \leq x_1 < 34380,92 \\ 0,000653x_1 - 31,22 & ; x_1 \geq 34380,92 \end{cases}$$

Apabila suatu daerah yang memiliki nilai produksi perikanan tangkap kurang dari 20927,51 ton, maka kenaikan satu ton produksi akan menyebabkan tingkat konsumsi ikan cenderung naik sebesar 0,000813 kg/kap/tahun. selanjutnya, untuk daerah yang memiliki produksi perikanan tangkap antara 20927,51 hingga 34380,92 ton, jika tiap kenaikan satu ton produksi perikanan tangkap di daerah tersebut maka tingkat konsumsi ikan cenderung turun sebesar 0,00192 kg/kap/tahun. Apabila suatu daerah yang memiliki produksi perikanan tangkap lebih dari 34380,92 ton, maka tiap kenaikan satu ton produksi perikanan tangkap di daerah tersebut maka tingkat konsumsi ikan mengalami kenaikan sebesar 0,000653 kg/kap/tahun. Begitu juga untuk variabel prediktor yang lain interpretasi sama dengan variabel produksi perikanan tangkap.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan kesimpulan di atas adalah Saran untuk pemerintah dan dinas terkait khususnya Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur adalah melakukan penyuluhan dan sosialisasi secara berkala untuk daerah-daerah yang memiliki tingkat konsumsi ikan yang masih rendah. Melakukan penguatan dari segi faktor-faktor yang memberikan pengaruh signifikan terhadap tingkat konsumsi ikan yang masih rendah untuk setiap wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2017, Maret 5). *Badan Pusat Statistik*. Diambil kembali dari <http://www.bps.go.id>
- Budiantara, I. N. (2011). Penelitian Bidang Regresi Spline Menuju Terwujudnya Penelitian Statistika yang Mandiri dan Berkarakter. *Seminar Nasional FMIPA*. Universitas Pendidikan Ganesha.
- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta: Gramedia.
- Draper, N. R., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Gramedia Pusaka Utama.
- Eubank. (1999). *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*. New York: Marcel Dekker.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. E. (2002). *Geographically Weighted Regression : The Analysis of Spatially Varying Relationship*. England: John Wiley and Sons LTD.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics* (4th ed ed.). New York: McGraw-Hill Inc
- Gresik, S. R. (2017). *gresikkab.go.id*. Diambil kembali dari kabupaten gresik: <http://www.gresikkab.go.id>.
- Hartati, Y. (2005). Faktor-faktor yang Berhubungan Dengan Konsumsi Ikan dan Status Gizi Anak 1-2 Tahun Di Kecamatan Gandus Kota Palembang Tahun 2005. *Tesis*, 1-144.
- Hocking, R. (1996). *Methods and Application of Linear Models*. New York: John Wiley & Sons.
- Lukito, O. (2014, Mei 9). *okilukito.wordpress.com*. Diambil kembali dari Perasamya Versus Desa Pesisir: <http://www.okilukito.wordpress.com>.
- Nasution, M. (2005). *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)* (Edisi Kedua ed.). Bogor: Ghalia Indonesia.

- Notoatmodjo, S. (2002). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Nurjanah, Hidayat, T., & Perdana, S. M. (2015). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Ikan Pada Wanita Dewasa Di Indonesia. *Journal.ipb.ac.id/index.php/phpt*, 1-9.
- Pratiti, C. (2013). Model Konsumsi Ikan Pada Konsumen Muda. 1-15.
- Purnama, C. B. (2017). Pemodelan *Contraceptive Prevalence Rate* di Jawa Timur Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline. Tugas Akhir. ITS.
- Rachmi, A. N., & Pratiwi, R. (2017). Hubungan Konsumsi Ikan Terhadap Kejadian Stunting Pada Anak Usia 2-5 Tahun. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 36-45.
- Sastrawidjaja, A. T., Pongtuluran, A., Kartamihardja, P., & Soetrisno. (1976). *Geografi Budaya Daerah Jawa Timur*. Surabaya.
- Tupen, S. N., & Budiantara, I. N. (2011). Uji Hipotesis dalam Regresi Nonparametrik Splines. *Prosiding Seminar Nasional Statistika*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika (3rd ed)*. (B. Sumantri, Penerj.). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wei, W. (2006). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods* (2nd ed.). California: Pearson Addison Wesley.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

No	Kabupaten	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
1	Pacitan	30,24	12888	925,3	64,27	6,89	15,49	1
2	Ponorogo	17,05	45	1806,15	64,03	6,97	11,75	0
3	Trenggalek	30,81	4652,2	4133,91	66,66	7,19	13,24	1
4	Tulungagung	32,47	2626,2	36856,36	61,06	7,73	8,23	1
5	Blitar	18,84	885,6	16304,36	61,92	7,25	9,88	1
6	Kediri	17,42	156,4	15331,82	63,2	7,58	12,72	0
7	Malang	24,59	7432,8	20562,53	61,14	6,98	11,49	1
8	Lumajang	29,27	3860,1	3014,05	67,82	6,05	11,22	1
9	Jember	25,79	9513,7	11172,2	64,45	6,05	10,97	1
10	Banyuwangi	30,21	58880,8	28743,17	62,09	6,93	8,79	1
11	Situbondo	33,09	13590	7716,15	66,12	5,68	13,34	1
12	Probolinggo	27,83	18252,6	9965,51	59,72	5,67	20,98	1
13	Pasuruan	25,51	9206,1	16390,6	62,58	6,58	10,57	1
14	Sidoarjo	36,16	15288,8	94348,65	55,62	10,22	6,39	1
15	Mojokerto	32,65	125,5	531,37	62,29	7,76	10,61	0
16	Jombang	22,35	167,2	16150,45	63,08	7,68	10,7	0
17	Nganjuk	20,58	24,3	9346	61,58	7,34	12,25	0
18	Madiun	23,68	501,4	3282,76	60,69	7	12,69	0
19	Magetan	18,26	37,7	1253,92	60,74	7,66	11,03	0
20	Ngawi	22,13	431,1	2815,05	63,68	6,54	15,27	0
21	Bojonegoro	24,94	930,5	3653,67	62,6	6,65	14,6	0
22	Tuban	46,32	13754	35899,14	65,84	6,25	17,14	1
23	Lamongan	44,82	73246,3	51302,61	62,17	7,29	14,89	1
24	Gresik	40,82	19834,8	115621,6	64,26	8,94	13,19	1
25	Bangkalan	38,88	25782,7	3776,54	67,49	5,13	21,41	1
26	Sampang	42,76	8947,6	8131,78	66,61	3,79	24,11	1
27	Pamekasan	37,22	23190,2	1881,2	67,49	6,08	16,7	1
28	Sumenep	53,71	46739,1	626589,3	69,5	5,08	20,09	1
29	Kota Kediri	26,2	23,9	185,9	59,05	9,89	8,4	0
30	Kota Blitar	23,46	0	183,79	57,76	9,88	7,18	0
31	Kota Malang	31,08	0	111,03	59,86	10,14	4,33	0
32	Kota Probolinggo	42,8	19748,7	484,97	54,78	8,47	7,97	1
33	Kota Pasuruan	33,03	6071,6	1279,24	60,02	9,08	7,62	1
34	Kota Mojokerto	26,44	4,5	182,96	57,31	9,93	5,73	0
35	Kota Madiun	28,46	81,5	152,64	56,84	11,09	5,16	0
36	Kota Surabaya	42,95	10671,1	8176,33	57,91	10,44	5,63	1
37	Kota Batu	27,55	0	61,5	59,51	8,45	4,48	0
38	Bondowoso	22,68	222,6	843,81	65,85	5,54	15	0
Jawa Timur		31,34	407814,6	1159168,6	63,37	7,23	12,05	

Keterangan

Y : Tingkat Konsumsi Ikan

X₁ : Produksi Perikanan TangkapX₂ : Produksi Perikanan BudidayaX₃ : Pengeluaran Per KapitaX₄ : Rata-rata Lama SekolahX₅ : Presentase Penduduk MiskinX₆ : Wilayah = 0 : Tidak Memiliki Pantai

1 : Memiliki Pantai

Lampiran 2. Program Regresi Nonparametrik *Spline* satu, dua, dan tiga knot dan uji parameter menggunakan *software R*

```

SP=function(kn,poli,int.sp,alpha)
{
  library(pracma)
  data=read.table("D://data.txt", header=FALSE)
  y=data[,1] #variabel y
  x=as.matrix(data[,2:length(data)]) #variabel x
  n=length(y) #jml pengamatan
  ps=ncol(x) #jml var spline
  #Membuat Matrix
  m1.nn=matrix(1, nrow=n, ncol=n) # matriks 1 nxn
  m1.n1=matrix(1, nrow=n) # matriks 1 nx1
  mi.nn=diag(1,n,n) # matriks I nxn
  #Menentukan titik knot
  if (ps==1){
    knot=matrix(0,int.sp,ps)
    for (i in 1:ps)
    {
      knot[,i]=seq(min(x[,i]),max(x[,i]),length.out=int.sp)
    }
    knot=matrix(knot[2:(int.sp-1),])
    nknot=nrow(knot)
  }else
  {
    knot=matrix(0,int.sp,ps)
    for (i in 1:ps)
    {

```

```

knot[,i]=seq(min(x[,i]),max(x[,i]),length.out=int.sp)
}
knot=knot[2:(int.sp-1),]
nknot=nrow(knot)
}
#Satu titik knot
if (kn==1){
knot=knot
}else if (kn==2)
{
#Dua titik knot
nkomb=(nknot*(nknot-1)/2)
knot2=matrix(0,nkomb,kn*ps)
v=1
for (i in 1:(nknot-1))
{
for (j in (i+1):nknot)
{
kk=0
for (l in 1:ps)
{
a=cbind(knot[i,l],knot[j,l])
kk=cbind(kk,a)
}
knot2[v,]=kk[1,2:ncol(kk)]
v=v+1
}
}
nknot=nrow(knot2)
knot=knot2
}else if(kn==3)
{
#Tiga titik knot
nkomb=(nknot*(nknot-1)*(nknot-2)/6)
knot3=matrix(0,nkomb,kn*ps)
v=1
for (i in 1:(nknot-2))
{
for (j in (i+1):(nknot-1))
{
for (k in (j+1):nknot)

```

```

{
  kk=0
  for (l in 1:ps)
  {
    a=cbind(knot[i,l],knot[j,l],knot[k,l])
    kk=cbind(kk,a)
  }
  knot3[v,]=kk[1,2:ncol(kk)]
  v=v+1
}
}
}
nknot=nrow(knot3)
knot=knot3
}else
{
  #Empat titik knot
  nkomb=(nknot*(nknot-1)*(nknot-2)*(nknot-3)/24)
  knot4=matrix(0,nkomb,kn*ps)
  v=1
  for (i in 1:(nknot-3))
  {
    for (j in (i+1):(nknot-2))
    {
      for (k in (j+1):(nknot-1))
      {
        for (h in (k+1):nknot)
        {
          kk=0
          for (l in 1:ps)
          {
            a=cbind(knot[i,l],knot[j,l],knot[k,l],knot[h,l])
            kk=cbind(kk,a)
          }
          knot4[v,]=kk[1,2:ncol(kk)]
          v=v+1
        }
      }
    }
  }
  nknot=nrow(knot4)
  knot=knot4
}

```



```

#Desain Matrix GCV
MSE=matrix(0,nknot)
GCV=matrix(0,nknot)
for (i in 1:nknot)
{
#Jika Linear
if (poli==1)
{
Z=cbind(1,x)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{
Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot[i,a])))
a=a+1
}
}
#Jika Kuadratik
} else if (poli==2)
{
Z=cbind(1,x,x^2)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{
Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot[i,a])^2))
a=a+1
}
}
#Jika Kubik
} else
{
Z=cbind(1,x,x^2,x^3)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{
Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot[i,a])^3))
a=a+1
}
}
}
}

```

```

#Mencari nilai GCV.min dan Knot.opt
beta=0
C=pinv(t(Z)%*%Z)%*%t(Z)
beta=C%*%y
A=Z%*%C
yhat=Z%*%beta
error=y-yhat
MSE[i]=n^-1*t(error)%*%error
db=(sum(diag(mi.nn-A))/n)^2
GCV[i]=MSE[i]/db
}
optimum=cbind(knot,MSE,GCV)
GCVmin=optimum[order(optimum[, (kn*ps+2)]),]
knot.opt=matrix(GCVmin[1,1:(kn*ps)])
gcv.opt=GCVmin[1,ncol(GCVmin)]
#Membuat Grafik
win.graph()
plot(optimum[order(optimum[, (kn*ps+2)]),],ylab="GCV", xlab="k")
axis(side=2, at=seq(0, 0.04, by=0.01), label=seq(0, 0.04,
by=0.01),lwd=1)
title("Plot GCV")
abline(v=knot.opt, lty="dotted", lwd=0.5, col="red")
lines(yhat,type="l",col="blue", cex=2, lwd=1.5)
#Validasi GCV
#Jika Linear
if (poli==1)
{
Z=cbind(1,x)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{
Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot.opt[a])))
a=a+1
}
}
}
#Jika Kuadrat
} else if (poli==2)
{
Z=cbind(1,x,x^2)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{

```

```

Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot.opt[a])^2))
a=a+1
}
}
#Jika Kubik
} else
{
Z=cbind(1,x,x^2,x^3)
a=1
for (k in 1:ps)
{
for (l in 1:kn)
{
Z=cbind(Z,(pmax(0,x[,k]-knot.opt[a]))^3)
a=a+1
}
}
}
#Estimasi Parameter
beta=0
C=(pinv(t(Z)%*%Z))%*%t(Z)
A=Z%*%C
beta=C%*%y
yhat=Z%*%beta
e=y-yhat
db=matrix(NA,nrow=3)
SS=matrix(NA,nrow=3)
MS=matrix(NA,nrow=3)
Fhitung=matrix(NA,nrow=3)
db[1]=nrow(beta)-1
db[2]=n-nrow(beta)
db[3]=n-1
SS[1]=sum((yhat-mean(y))^2)
SS[2]=sum((y-yhat)^2)
SS[3]=sum((y-mean(y))^2)
MS[1]=SS[1]/db[1]
MS[2]=SS[2]/db[2]
R2=(SS[1]/SS[3])

#Uji Serentak
Fhitung[1]=MS[1]/MS[2]
p.value=matrix(NA,nrow=3)
p.value[1]=pf(Fhitung[1],db[1],db[2],lower.tail=FALSE)
ANOVA=cbind(db,SS,MS,Fhitung,p.value)
colnames(ANOVA)=c("db","SS","MS","Fhitung","p.value")
rownames(ANOVA)=c("Regresi","Error","Total")

```

```

Ftabel=qf(0.95,db[1],db[2])
if (Fhitung[1]>Ftabel)
{ dec='H0 ditolak'
} else
dec='H0 gagal ditolak'
#Menyimpan output
if (kn==1)
{
write.csv(cbind(yhat,y,error),file="d:/yhat_y_error_1.csv
v")
write.csv(Z,file="d:/Z_1.csv")
write.csv(beta,file="d:/beta_1.csv")
write.csv(optimum,file="d:/Knot_MSE_GCV_1.csv")
write.csv(knot.opt,file="d:/Knot_Opt_1.csv")
} else if(kn==2)
{
write.csv(cbind(yhat,y,error),file="d:/yhat_y_error_2.csv
v")
write.csv(Z,file="d:/Z_2.csv")
write.csv(beta,file="d:/beta_2.csv")
write.csv(optimum,file="d:/Knot_MSE_GCV_2.csv")
write.csv(knot.opt,file="d:/Knot_Opt_2.csv")
} else if(kn==3)
{
write.csv(cbind(yhat,y,error),file="d:/yhat_y_error_3.csv
v")
write.csv(Z,file="d:/Z_3.csv")
write.csv(beta,file="d:/beta_3.csv")
write.csv(optimum,file="d:/Knot_MSE_GCV_3.csv")
write.csv(knot.opt,file="d:/Knot_Opt_3.csv")
} else
{
write.csv(cbind(yhat,y,error),file="d:/yhat_y_error_4.csv")
write.csv(Z,file="d:/Z_4.csv")
write.csv(beta,file="d:/beta_4.csv")
write.csv(optimum,file="d:/Knot_MSE_GCV_4.csv")
write.csv(knot.opt,file="d:/Knot_Opt_4.csv")
}
cat("=====
=", "\n")
cat("Titik Knot Optimum", "\n")
print(knot.opt)
cat("=====
=", "\n")
cat("Nilai GCV Minimum", "\n")

```

```

print(gcv.opt)
cat("=====
=", "\n")
cat("Tabel ANOVA", "\n")
print(ANOVA)
cat("=====
=", "\n")
cat("Rsq", "\n")
R2=R2*100
cat(R2, "%", "\n")
cat("=====
=", "\n")
cat("F Tabel", "\n")
print(Ftabel)
cat("=====
=", "\n")
cat("Keputusan", "\n")
if (Fhitung[1]>Ftabel)
{ cat(dec, " (^_^) ", "\n")
} else
cat(" (T_T) ", "\n")

if (Fhitung[1]>Ftabel)
{
#individu
n1=nrow(beta)
thit=rep(NA,ncol(knot))
pval=rep(NA,ncol(knot))
SE=sqrt(diag(MS[2]*(pinv(t(Z)%*%Z))))
cat("-----", "\n")
cat("Keputusan Uji Individu", "\n")
cat("-----", "\n")
thit=rep(NA,ncol(knot))
pval=rep(NA,ncol(knot))
for (i in 1:n1)
{
thit[i]=beta[i,1]/SE[i]
pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(n-ncol(knot)),lower.tail=FALSE))
if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho", "\n") else cat("Gagal tolak
Ho", "\n")
}
thit=as.matrix(thit)
T=cbind(beta,thit,pval)
colnames(T)=c("beta", "thit", "pvalue")
cat("=====
=", "\n")

```

```

cat("Tabel t", "\n")
print(T)
cat("=====
=", "\n")
}
win.graph()
plot(y,ylab="Y", xlab="X")
title("Estimasi Knot Optimal")
abline(v=knot.opt, lty="dotted", lwd=0.5, col="red")
lines(yhat,type="l",col="blue", cex=2, lwd=1.5)
}
(Purnama, 2017)

```

Lampiran 3. Program Regresi Nonparametrik *Spline* dengan Kombinasi Titik Knot

```

GCVkom=function(para)
{
  data=as.matrix(data)
  p1=length(data[,1])
  q1=length(data[1,])
  v=para+2
  F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
  diag(F)=1
  x1=read.table("d:/x1.txt")
  x2=read.table("d:/x2.txt")
  x3=read.table("d:/x3.txt")
  x4=read.table("d:/x4.txt")
  x5=read.table("d:/x5.txt")
  n2=nrow(x1)
  a=matrix(nrow=5,ncol=3^5)
  m=0
  for (i in 1:3)
  for (j in 1:3)
  for (k in 1:3)
  for (l in 1:3)
  for (s in 1:3)
  {
    m=m+1
    a[,m]=c(i,j,k,l,s)
  }
  a=t(a)
  GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^5)

```

```

for (i in 1:3^5)
{
for (h in 1:nrow(x1))
{
if (a[i,1]==1)
{
gab=as.matrix(x1[,1])
gen=as.matrix(data[,v])
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,1]==2)
{
gab=as.matrix(x1[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x1[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
if (a[i,2]==1)
{
gab=as.matrix(x2[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+1)])
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))

```



```

{
  if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,2]==2)
{
  gab=as.matrix(x2[,2:3] )
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)],data[, (v+1)]))
  bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
  for (j in 1:2)
  for (w in 1:nrow(data))
  if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
  gab=as.matrix(x2[,4:6])
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)],data[, (v+1)],data[, (v+1)]))
  bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
  for (j in 1:3)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
if (a[i,3]==1)
{
  gab=as.matrix(x3[,1] )
  gen=as.matrix(data[, (v+2)])
  cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
  for (j in 1:1)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
else
if (a[i,3]==2)
{
  gab=as.matrix(x3[,2:3] )
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)],data[, (v+2)]))
  cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
  for (j in 1:2)
  for (w in 1:nrow(data))

```

```

if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x3[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,4]==1)
{
gab=as.matrix(x4[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+3)])
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,4]==2)
{
gab=as.matrix(x4[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x4[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{

```

```

if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,5]==1)
{
gab=as.matrix(x5[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+4)])
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,5]==2)
{
gab=as.matrix(x5[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)],data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x5[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)],data[, (v+4)],data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)),data[,2:q1],na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx))%*%mx)
B=C%*%(t(mx))%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0

```

```

for (r in 1:nrow(data))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}
if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
spl=x2[,4:6]
if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
spline=x4[,4:6]
if (a[i,5]==1) splines=x5[,1] else
if (a[i,5]==2) splines=x5[,2:3] else
splines=x5[,4:6]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline,splines)
cat("=====","\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="d:/output GCVkom.csv")
write.csv(Rsq,file="d:/output Rsqkom.csv")
}
(Purnama, 2017)

```

SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Statistika FMKSD-ITS dengan identitas berikut :

Nama : DIAS SETYA PRAYOGO

NRP : 06211645000040

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi : DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN PROV JATIM

Divisi/ bagian : SUBAG PENYUSUNAN PROGRAM DAN ANGGARAN

sejak tanggal 12-03-2018 sampai dengan 7-05-2018 untuk
keperluan Tugas Akhir/ ~~Thesis~~ Semester ~~Gasal~~/Genap* 2017/2018.

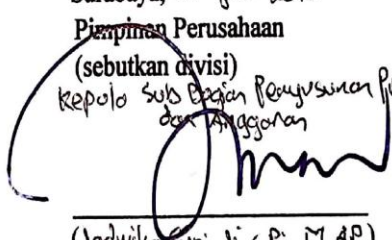
2. Tidak Keberatan/~~Keberatan~~* nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir/ Thesis mahasiswa Statistika yang akan di simpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.
3. Tidak Keberatan/~~Keberatan~~* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E journal ITS yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Surabaya, 25 Juli 2018

Pimpinan Perusahaan

(sebutkan divisi)

kepala Sub Bagian Penyusunan Program
dan Anggaran


(Jodwika Supriadi S.Pi, M.AP)

NIP 197712021005011003

*(coret yang tidak perlu)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Dias Setya Prayogo lahir di Banyuwangi pada tanggal 18 Juli 1993 sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Perumahan Pengatigan Indah Blok H-6. Penulis telah menempuh pendidikan formal dimulai dari TK Khotijah, SDN 1 Pengatigan, SMP Negeri 3 Rogojampi, dan SMA Negeri 1 Rogojampi. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan studinya di Diploma III Jurusan Statistka FMIPA ITS dan melanjutkan ke Jenjang Sarjana di Departemen Statistika ITS melalui lintas jalur reguler. Selama perkuliahan penulis sangat aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan di KM ITS. Penulis pernah bergabung dalam organisasi kemahasiswaan, tahun pertama penulis mendapatkan keluarga baru yaitu keluarga $\Sigma 23$ yang EXCELLENT selain itu penulis bergabung sebagai staff departemen Sosial Masyarakat (SOSMAS) HIMASTA-ITS pada periode 2013/2014 dan sebagai Wakil Ketua HIDATA-ITS periode 2014/2015. Pelatihan yang pernah diikuti penulis diantaranya LKMM PRA TD FMIPA ITS, LKMM TD HIMASTA-ITS. Selain itu penulis aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan seperti ITS Mengajar, SOSDEV, DAC, LOT, dan lain-lain. Untuk kritik dan saran dapat dikirim melalui email penulis dias.setya12@gmail.com. Penulis dapat dihubungi melalui nomer 085607395933.